Companhia Energética de Minas Gerais

Manual de Distribuição

Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão

Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea

Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil

Companhia Energética de Minas Gerais

Diretoria de Distribuição

Manual de Distribuição

Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão

Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea

PREPARADO	RECOMENDADO	APROVADO
RC/MP	RC	DDC

ND-5.3
Outubro/2005

ÍNDICE

CAPÍTULO	TÍTULO	PÁGINA
1.	GERAL	
	1 - Introdução	1-3
	2 - Campo de Aplicação	1-3
	3 - Definições	1-3
2.	CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO	
	1 - Aspectos Gerais	2-1
	2 - Características do Fornecimento	2-1
	3 - Ponto de Entrega	2-1
	4 - Critérios de Atendimento das Edificações	2-2
	5 - Consulta Prévia	2-2
	6 - Pedido de Ligação e Projeto Elétrico	2-2
	7 - Aumento de Carga	2-6
	8 - Geração Própria	2-6
	9 - Observações	2-8
3.	INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DA CEMIG	
	1 - Ramal de Ligação	3-1
	2 - Medição	3-3
	3 - Aterramento	3-4
	4 - Recebimento da subestação	3-4
4.	INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DO CONSUMIDOR	
	1 - Aspectos Gerais	4-1
	2 - Ramal de Entrada	4-2
	3 - Transformador	4-5
	4 - Equipamentos de Proteção	4-6
	5 - Caixas para Medição e Proteção	4-8
	6 - Aterramento	4-8
	7 - Tipos de Subestações	4-9
	8 - Barramentos	4-10
	9 - Notas Diversas	4-11
5.	TABELAS	5-1

6. Subestação nº 1 (Entrada aérea ou subterrânea com transformador até 300kVA instalado em poste)

1 - Desenhos 6-1
2 - Legenda 6-8
3 - Notas 6-8

7. Subestação nº 2 (Construção em alvenaria para fornecimento de qualquer valor de demanda)

1 - Desenhos 7-1
2 - Legenda 7-5
3 - Notas 7-5

8. Subestação nº 3 (Cubículo de medição a 3 elementos)

1 - Desenhos 8-1
2 - Legenda 8-3
3 - Notas 8-3

9. Subestação nº 4 (Cubículo blindado)

1 - Desenhos 9-1
2 - Legenda 9-4
3 - Notas 9-4

10. Subestação nº 5 (Construção em alvenaria para fornecimento até 300kVA)

1 - Desenhos 10-1
2 - Legenda 10-3
3 - Notas 10-3

11. DESENHOS GERAIS 11-1

1 - Notas 11-12

12. MATERIAIS APROVADOS E/OU PADRONIZADOS

1 - Geral 12-1
2 - Relação de Documentos 12-1
3 - Desenhos 12-2

13. ANEXOS

A - Metodologia para Ajuste de Proteção Secundária 13-1
B - Folha de Rosto (identificação) para Projetos 13-8
C - Referências Bibliográficas 13-9

GERAL

1. INTRODUÇÃO

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as diretrizes técnicas para o fornecimento trifásico de energia elétrica em média tensão a edificações individuais ou compartilhadas, urbanas ou rurais, residenciais, comerciais ou industriais, com carga instalada individual superior a 75 kW, a partir de redes de distribuição aéreas ou subterrâneas com tensões nominais de 13,8kV, 23,1kV e 34,5kV, bem como fixar os requisitos mínimos para as entradas de serviço das instalações consumidoras.

A mesma está estruturada em função:
- dos critérios de projeto e dimensionamento dos componentes das entradas de serviço;
- das instalações básicas referentes a cada tipo de padrão de entrada;
- dos materiais padronizados e aprovados para utilização nos padrões de entrada.

Esta Norma está em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, com as portarias e resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e com os Atos e Resoluções do CREA-MG.
As especificações técnicas dos materiais, equipamentos e dispositivos utilizados pela CEMIG constam da ND-2.6 (Padrões e Especificações de Materiais e Equipamentos) e Manual do Consumidor nº 11.
Esta edição é uma revisão, e cancela e substitui as normas Cemig ND-5.3/Agosto 1997 e ND-5.4/Novembro 1997.
Esta Norma poderá, em qualquer tempo e sem prévio aviso, sofrer alterações, no todo ou em parte, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Cemig, Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita – RC/MP ou a Agência de Atendimento mais próxima, quanto à sua aplicabilidade .
Esta norma, bem como as alterações, poderão ser acessadas através do endereço eletrônico WWW.CEMIG.COM.BR (dentro da página acesse serviços on line depois informações técnicas depois normas técnicas depois ND-5.3) para consultar /baixar o arquivo atualizado.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Esta Norma aplica-se ao fornecimento trifásico de energia elétrica em média tensão (instalações novas ou reformas e ampliações das instalações já existentes) , com tensões nominais de 13,8kV, 23,1kV e 34,5kV, para unidades consumidoras com carga instalada superior a 75 kW, através de subestações individuais ou compartilhadas, exceto para:

- unidade consumidora pertencente a agrupamento com ou sem proteção geral, a edificação de uso coletivo ou unidade consumidora individual a ser atendida na baixa tensão por opção do consumidor.

3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta Norma estão definidos nas NBR 5460, 5463 e 5473, e são complementados pelos seguintes:

3.1 Consumidor

É a pessoa física ou jurídica, ou comunhão de fato ou de direito legalmente representada, que solicitar à Cemig o fornecimento de energia elétrica e assumir expressamente a responsabilidade pelo pagamento das contas e pelas demais obrigações regulamentares e contratuais.

3.2 Unidade consumidora

São as instalações de um único consumidor, caracterizadas pela entrega de energia elétrica em um só ponto, com medição individualizada.

3.3 Edificação Individual

É toda e qualquer construção, reconhecida pelos poderes públicos, contendo uma única unidade consumidora.

3.4 Limite de propriedade

São as demarcações que separam a propriedade do consumidor da via pública e dos terrenos adjacentes de propriedade de terceiros, no alinhamento designado pelos poderes públicos.

3.5 Ponto de entrega

É o ponto até o qual a concessionária se obriga a fornecer energia elétrica de acordo com os parâmetros estabelecidos pela ANEEL, com participação nos investimentos necessários, bem como responsabilizando-se pela execução dos serviços de operação e de manutenção do sistema, não sendo necessariamente o ponto de medição.

3.6 Entrada de serviço

É o conjunto constituído pelos condutores, equipamentos e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da Cemig e a medição, inclusive.
A entrada de serviço abrange, portanto, o ramal de ligação e o padrão de entrada das unidades consumidoras.

3.7 Ramal de ligação

É o conjunto de condutores e acessórios instalados pela Cemig entre o ponto de derivação da rede e o ponto de entrega.

3.8 Ramal de entrada

É o conjunto de condutores e acessórios instalados pelos consumidores entre o ponto de entrega e a proteção geral de média tensão ou medição de baixa tensão.

3.9 Padrão de entrada

É a instalação compreendendo o ramal de entrada, poste particular, caixas, dispositivos de proteção, aterramento e ferragens de responsabilidade dos consumidores, preparada de forma a permitir a ligação das unidades consumidoras à rede da Cemig.

3.10 Subestação

É a estação com uma ou mais das funções de gerar, medir, controlar a energia elétrica ou transformar suas características, quando fazendo parte das instalações de utilização (instalações de propriedade do consumidor).

3.11 Ramal interno

É o conjunto de condutores e acessórios instalados internamente nas unidades consumidoras, a partir da medição.

3.12 Medição indireta

É a medição de energia efetuada com transformadores para instrumentos (TC e/ou TP).

3.13 Caixa de inspeção

É o compartimento enterrado, com dimensões insuficientes para uma pessoa trabalhar em seu interior, intercalado em uma ou mais linhas de dutos convergentes; esse compartimento deverá ser conforme o Desenho da página 12-13. Quando instalado no circuito de energia não medida internamente à unidade consumidora, a tampa deverá ser provida de dispositivo para instalação de selo Cemig.

3.14 Chave de aferição

É o dispositivo que possibilita a retirada do medidor do circuito, abrindo o seu circuito de potencial, sem interromper o fornecimento, ao mesmo tempo que coloca em curto circuito o secundário dos transformadores de corrente.

3.15 Carga instalada

É a somatória das potências nominais dos equipamentos elétricos de uma unidade consumidora que, após a conclusão dos trabalhos de instalação, estão em condições de entrar em funcionamento.

3.16 Demanda

É a média das potências elétricas instantâneas solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora durante um intervalo de tempo especificado.

3.17 Demanda contratada

É a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento, e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

3.18 Demanda medida

É a maior demanda de potência ativa verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts(kW).

3.19 REP - Registrador Eletrônico Programável

É o equipamento de registro de dados integrados no tempo, com capacidade de discriminação de dados conforme hora do dia, época do ano e outras características necessárias para utilização em tarifação horo-sazonal (THS). Dotado de 3 canais com memória de massa, recebe de medidores emissores de pulsos ou medidores com sensor as informações de kWh e kvarh a serem registradas. É também dotado de saída serial que permite a cessão de informações aos consumidores.

3.20 Cabos Isolados, Multiplexados e Auto-sustentados para Média Tensão

São cabos em Alumínio, de seção circular, recobertos por camada isolante EPR ou XLPE com dupla camada de blindagem, sendo uma semicondutora, aplicada sobre o condutor, e outra sobre a isolação do condutor, sendo esta metálica.
Os condutores fase, em número de três, devem ser torcidos helicoidalmente ao redor do mensageiro (condutor de sustentação e neutro), que deve permanecer sempre em posição axial em relação aos demais.

3.21 Medidor Eletrônico

Medidor estático no qual a corrente e tensão agem sobre elementos de estado sólido (componente eletrônico), para produzir uma informação de saída proporcional à quantidade de energia elétrica medida (transdutor), armazenando-as em memória de massa. Possui saída serial ou paralela, em função do modelo de medidor, permitindo a cessão de informações aos consumidores.

3.22 Caixa para Medidor Eletrônico (CM-4)

É a caixa destinada à instalação do medidor eletrônico e chave de aferição.

3.23 Caixa CM-9

É a caixa destinada à instalação do disjuntor de baixa tensão (Subestação nº 1) e transformadores de corrente.

3.24 Relé com as funções 50 e 51 fase e neutro

É o relé secundário microprocessado, de proteção de sobrecorrente, utilizado para desligar o disjuntor da proteção geral em todos os tipos de subestações, exceto as Subestações nº 1, 3 e 5.
Esse relé deverá contemplar, no mínimo, a indicação do evento ocorrido por fase, se sobrecarga ou curto-circuito, com os valores da magnitude da corrente interrompida.
As funções 50 e 51(fase e neutro) devem ser garantidas, na falta de energia, por uma fonte de alimentação de reserva, com autonomia mínima de 2 h, que garanta a sinalização dos eventos ocorridos e o acesso à memória de registro dos relés.
O relé deve ser provido de meios que impeçam a alteração de sua parametrização, local ou remota, executada de acordo com o projeto aprovado na concessionária. São exemplos destes meios: o lacre, chave interna ou senha de bloqueio de alteração remota. Os lacres utilizados pela concessionária não poderão ser rompidos conforme previsto no artigo 36 da Resolução nº 456/2000 da ANEEL.
Os transformadores para instrumentos conectados aos relés secundários podem ser instalados, a critério do projetista, do lado da alimentação da concessionária ou do lado da instalação da unidade consumidora e/ou produtor independente ou autoprodutor. São exemplos de parâmetros a serem considerados na decisão: o tempo de operação como consumidor ou autoprodutor/produtor independente e demanda de injeção ou requerida no sistema da concessionária.
Para qualquer tipo de relé, deve ser instalado um dispositivo exclusivo que garanta a energia necessária ao acionamento da bobina de abertura do disjuntor, que permita teste individual, recomendando-se o uso de fonte capacitiva, associada a outra fonte de alimentação auxiliar. O relé deve, ainda, ser provido de fonte interna.
A resolução máxima de ajuste da corrente de fase deve ser de 0,1%.

3.25 Relé com a função 32

É o relé secundário microprocessado de proteção direcional de potência utilizado para desligar o disjuntor da proteção geral da subestação, exceto a subestação nº 3, quando da utilização de geração própria.

CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO

1. ASPECTOS GERAIS

1.1 As unidades consumidoras, sejam residenciais, comerciais ou industriais, devem ser atendidas através de uma única entrada de serviço, com apenas uma única medição de energia. No caso de subestação compartilhada cada unidade consumidora terá a sua medição e proteção separadamente.

1.2 As edificações constituídas predominantemente por estabelecimentos comerciais somente podem ser consideradas uma única unidade consumidora, caso atendam ao disposto no artigo 14 da Resolução 456/2000, da ANEEL, ou outra resolução em vigor. Caso isto ocorra, o atendimento deve ser como previsto nesta Norma.
Caso contrário, o atendimento deve ser como previsto na ND-5.2 (área de atendimento por RDA - Rede de Distribuição Aérea) ou ND-5.5 (área de atendimento por RDS - Rede de Distribuição Subterrânea - ou com previsão de vir a sê-lo).

1.3 O padrão de entrada das unidades consumidoras já ligadas que estiverem em desacordo com as exigências desta Norma, e que ofereçam riscos à segurança, devem ser reformados ou substituídos dentro do prazo estabelecido pela Cemig, sob pena de suspensão do fornecimento de energia, conforme previsto na Resolução 456/2000, da ANEEL , ou outra resolução em vigor.

1.4 As legislações que regulamentam as condições gerais de fornecimento de energia elétrica estão contidas na ND-5.11(Condições Gerais de Fornecimento).

1.5 O dimensionamento, a especificação e construção do padrão de entrada e das instalações internas da unidade consumidora devem atender às prescrições da NBR-14039 e da NBR-5410, em sua última revisão/edição.

1.6 Esta Norma, em princípio, aplica-se ao fornecimento de energia elétrica em média tensão com tensões nominais de 13,8kV, 23,1kV e 34,5kV , sistema trifásico , até o limite de 2500 kW de demanda contratada ou estimada conforme Artigo 6º, parágrafo 2º da Resolução 456/2000 da ANEEL , podendo, entretanto, serem atendidas instalações consumidoras com demandas superiores a este limite quando as condições técnico-econômicas do sistema permitirem.

2. CARACTERÍSTICAS DO FORNECIMENTO

O fornecimento de energia é efetuado em média tensão com os seguintes parâmetros:

- tensão fase-fase 13,8 kV, sistema trifásico, em delta, freqüência 60 Hz;
- tensão fase-fase 23,1 kV, sistema trifásico, em delta, freqüência 60 Hz;
- tensão fase-fase 34,5 kV, sistema trifásico, em delta (ou estrela), freqüência 60 Hz;

O neutro do sistema secundário (sistema multiaterrado) é acessível e deve ser diretamente interligado à malha de aterramento da unidade consumidora e ao neutro do(s) transformador(es).

3. PONTO DE ENTREGA

O ponto de entrega de energia em média tensão será no limite da propriedade do consumidor com a via pública, e o atendimento da unidade consumidora, sempre que possível, em áreas atendidas por RDA, será através de ramal de ligação aéreo isolado.
Quando o atendimento não puder ser efetuado através de ramal de ligação aéreo, por solicitação do consumidor ou por razões a ele imputáveis, o ramal subterrâneo terá os seus ônus creditados ao mesmo. Assim, o ponto de entrega situar-se-á na derivação da rede da Cemig, e o ramal de entrada se estenderá até este ponto. Portanto, eventuais manutenções neste ramal serão de responsabilidade total do consumidor.
Caso as circunstâncias pelas quais o ramal de ligação não possa ser aéreo não sejam imputáveis ao consumidor, caberá à Cemig executar o ramal de ligação subterrâneo, permanecendo o ponto de entrega no limite da propriedade do consumidor com a via pública. Em áreas atendidas por RDS o ponto de entrega será sempre no limite da propriedade do consumidor com a via pública.

4. CRITÉRIOS DE ATENDIMENTO DAS EDIFICAÇÕES

Os critérios de atendimento às unidades consumidoras são definidos em função da demanda máxima total prevista no projeto em kVA, e que deve fundamentar o dimensionamento de todos os componentes da entrada de serviço.

4.1 Classificação das Unidades Consumidoras

4.1.1 Unidades consumidoras com demanda de até 300kW , com um transformador instalado no poste e tensão secundária até 440/254V.

Essas unidades terão a medição a três elementos e a proteção instaladas na baixa tensão. Opcionalmente, estas unidades consumidoras poderão ter a medição a três elementos e a proteção instaladas na média tensão, respeitando as características das subestações nº 2, 4 ou 5 previstas no item 7, página 4-9.

4.1.2 Unidades consumidoras com demanda de até 300kW e tensão secundária superior a 440/254V.

Essas unidades terão a medição a três elementos e a proteção instaladas na média tensão, qualquer que seja o tipo de subestação escolhida pelo consumidor.

4.1.3 Unidades consumidoras com demanda acima de 300kW

Estas unidades terão a medição a três elementos e a proteção por disjuntor instalados na média tensão, qualquer que seja o tipo de subestação escolhida pelo consumidor.

4.2 Dimensionamento das Unidades Consumidoras

A proteção (exceto para a Subestação nº 1), a seção dos condutores e barramentos devem ser dimensionadas em função da potência do(s) transformador(es), definido(s) com base na demanda provável, de acordo com as tabelas do capítulo 5, exceto a medição que deverá ser dimensionada a critério da Cemig.
A proteção da Subestação nº 1 deverá ser dimensionada de acordo com a demanda contratada, e o transformador deverá ter potência máxima de duas vezes a demanda contratada, sendo 75kVA o transformador de menor potência;
Para todos os cálculos deve ser considerada como corrente nominal aquela relativa à demanda provável (em kW, ou em kVA, considerando fator de potência 0,92) acrescida de 10% (ou de 5% para consumidor livre).

5. CONSULTA PRÉVIA

Antes de construir ou mesmo adquirir os materiais para a execução da entrada de serviço e da subestação, os projetistas devem procurar uma Agência de Atendimento da Cemig, visando obter, inicialmente, informações orientativas a respeito das condições de fornecimento de energia à edificação em sua fase definitiva e na etapa de ligação de obra.
Estas orientações abrangem as primeiras providências a serem tomadas pelos projetistas quanto a:
- verificação da posição e do tipo de rede de distribuição existente no local próximo à edificação;
- definição do tipo de atendimento e da necessidade ou não de contrato (de acordo com os critérios constantes da ND-5.13);
- apresentação de projeto elétrico, necessário a todos os tipos de fornecimento incluídos nessa Norma, com assinatura do Responsável Técnico (RT) pelo projeto, do Responsável Técnico (RT) pela execução e do proprietário.

6. PEDIDO DE LIGAÇÃO E PROJETO ELÉTRICO

6.1 Requisitos Gerais

As Agências de Atendimento da Cemig devem solicitar aos consumidores a formalização do pedido de ligação, segundo as orientações da ND-5.18 e da ND-5.13, quando aplicáveis.

A Cemig somente efetuará a ligação de obras, definitiva ou provisória, após a análise de conformidade do projeto elétrico com as normas Cemig e ABNT, vistoria e aprovação dos respectivos padrões de entrada, que devem atender às prescrições técnicas contidas nesta Norma. Adicionalmente, a Cemig somente efetuará a ligação de obras, definitiva ou provisória se a carga declarada no projeto elétrico estiver disponível para conferência no ato da ligação.
As instalações elétricas internas de baixa tensão da unidade consumidora devem ser especificadas, projetadas e construídas de acordo com as prescrições das NBR-5410 e 5419, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança, e aquelas em média tensão de acordo com as prescrições da NBR-14039, quanto aos seus aspectos técnicos e de segurança. Os detalhes destas instalações internas não deverão constar no projeto apresentado à Cemig.
O consumidor deve, ainda, obedecer às legislações específicas aplicáveis, relativas ao tipo de atividade a que se destina a unidade consumidora.
No caso de clínicas e hospitais, deve ser observado o cumprimento da Resolução RDC-50, de 21-02-2002 (ou sua versão mais atual) do Ministério da Saúde.

6.2 Ligação de Obras

Caracteriza-se como ligação de obras, aquela efetuada com ou sem medição, sem prazo definido, para atendimento das obras de construção ou reforma da edificação.
O consumidor deve apresentar a relação de cargas a serem utilizadas durante a obra, para a definição do tipo de fornecimento aplicável.
O padrão de entrada pode corresponder a qualquer um dos tipos apresentados pela ND-5.1 para carga instalada até 75 kW; para carga instalada superior a 75 kW deve ser utilizado um dos tipos de subestações definido nesta norma.
O atendimento pela Cemig ao pedido de ligação de obras ficará condicionado ainda, à apresentação dos seguintes dados:
- projeto elétrico e ART(s) de projeto e execução das instalações elétricas, de acordo com as exigências do item 6.5 deste capítulo;
- esquema vertical indicando distâncias em relação à rede Cemig de baixa e média tensão.

O atendimento a obras em média tensão pode ser executado através de subestação instalada em carreta, sendo necessário, no local, apenas a instalação do aterramento de acordo com o item 6, página 4-8; poderá ainda ser executado através de Cubículo de Medição a três elementos de acordo com o item 7.3 página 4-9.

6.3 Ligação Provisória

As ligações provisórias destinam-se à ligação com ou sem medição de parques de diversão, circos, feiras e exposições agro-pecuárias, comerciais ou industriais, solenidades festivas, shows e obras públicas com demanda superior a 150 kVA e por um prazo máximo de 3 (três) meses.
Estas cargas, quando apresentarem demanda igual ou inferior a 150 kVA, serão atendidas de acordo com a ND-5.1, em tensão secundária de distribuição.
O padrão de entrada para ligação provisória em média tensão pode corresponder a qualquer tipo de subestação constante desta norma, não havendo a necessidade de medição e equipamentos a ela associados.
Caberá ao consumidor fornecer os cabos necessários para a ligação à rede (ramal de ligação), que lhe serão devolvidos quando do desligamento.
A Cemig, caso não seja instalada medição, deverá calcular a demanda máxima da instalação e, em função do tempo total da ligação, cobrar , antecipadamente, o consumo/demanda e as taxas devidas.
A subestação pode ser instalada em carretas ou caminhões, sendo necessário, no local, apenas a instalação do aterramento, de acordo com o item 6, página 4-8.
Em quaisquer circunstâncias os cabos e eletrodutos para o ramal de ligação deverão ser fornecidos e instalados pelo consumidor. A Cemig somente conectará o ramal de ligação à rede de derivação.

6.4 Ligação Definitiva

As ligações definitivas correspondem às ligações das unidades consumidoras, com medição e em caráter definitivo, de acordo com um dos padrões indicados nesta norma.
Por ocasião da ligação definitiva, a Cemig efetuará o desligamento da ligação de obras.
A ligação da unidade consumidora será efetuada pela Cemig somente após o pedido feito pelo seu proprietário e/ou seu representante legal.

Mediante contrato específico firmado entre a Cemig e o consumidor, poderá ser acordada a alimentação em pontos distintos e pré estabelecidos de subestação móvel (instalada em carreta ou caminhão). Nestes casos o ponto de entrega será a rede da Cemig, e caberá ao consumidor fornecer o ramal de entrada, cabendo à Cemig efetuar os desligamentos e religações nos pontos acordados. A subestação móvel deve atender ao disposto no item 7.5, página 4-10.

6.5 Requisitos Mínimos para Análise do Projeto Elétrico

Para serem analisados pela Cemig, os projetos elétricos das entradas de serviço das unidades consumidoras (entregues à Cemig, junto com o pedido de ligação de obras) devem ser apresentados em qualquer formato ABNT (NBR 5984), em três vias (cópias heliográficas ou xerox), das quais uma será devolvida, devidamente analisada, ao interessado. Para serem analisados pela Cemig os projetos elétricos deverão ser apresentados juntamente com o recolhimento da(s) Anotação(ções) de Responsabilidade Técnica (ART) ao CREA-MG , que cubra(m) a Responsabilidade Técnica sobre o projeto e a execução das instalações elétricas de acordo com o Ato nº 02/85 do CREA-MG.
Os documentos do projeto deverão possuir folha de rosto (para formato A4) ou um espaço (para os demais formatos) de acordo com o ANEXO B, devidamente preenchidos com os dados solicitados. O proprietário e RT(s) devem assinar nas cópias, não sendo aceitas cópias de originais previamente assinados. O procedimento deverá ser o mesmo caso a parametrização do relé seja feita em folhas separadas do projeto elétrico, ou seja, deverão ser numeradas e assinadas pelos responsáveis técnicos de projeto e execução e pelo proprietário e os mesmos deverão vistar todas as folhas.
Os projetos deverão conter, no mínimo, as seguintes informações relativas ao imóvel e às suas instalações elétricas:

6.5.1 Dados do Imóvel no Projeto Elétrico

a) nome, telefone e CPF/CGC do proprietário;
b) finalidade (residencial, comercial, industrial, agrícola, atividade rural predominante, mineração, irrigação predominante, atividade econômica predominante, etc.);
c) localização (endereço, planta de situação da edificação e do lote em relação ao quarteirão e às ruas adjacentes), no caso de unidades consumidoras urbanas, ou planta de situação com indicação da subestação, com orientação NORTE-SUL, amarrada topograficamente a pontos notáveis como rodovias, ferrovias, etc., no caso de unidades consumidoras situadas fora de áreas urbanas.

6.5.2 Características Técnicas Constantes do Projeto Elétrico

a) listagem da carga instalada indicando quantidade e potência em kVA ou kW, rendimento nos casos de motores, fator de potência e tensão de operação de cada tipo de carga;

b) memória de cálculo da demanda provável em kVA e kW (considerando, no mínimo, fator de potência 0,92); esse cálculo, de responsabilidade exclusiva do engenheiro RT (responsável técnico) pelo projeto, deve contemplar todas as cargas e seu regime mais severo de funcionamento contínuo;

c) lista detalhada dos materiais, equipamentos e dispositivos a serem utilizados na subestação, contendo, no mínimo, as seguintes informações:
- tipo;
- fabricante;
- principais características elétricas;

d) desenho completo (planta e cortes necessários) da subestação, com indicação precisa da instalação dos equipamentos de proteção e transformação e acessórios, cabos, aterramento, ventilação (natural ou forçada), espaço de manobra, iluminação natural ou artificial e iluminação de emergência;

e) diagrama unifilar completo das instalações da subestação desde o ponto de entrega incluindo, necessariamente, o ponto de medição;

f) cronograma de demanda em kVA e kW quando a carga listada de acordo com o item 6.5.2.a corresponder a mais de uma etapa de implantação da unidade consumidora. Se for muito grande a diferença entre as demandas poderá ser necessário programar a troca dos TC's de medição e/ou de proteção. Lembramos que poderá ser usado TC com relação múltipla;

g) memória de cálculo do ajuste das proteções (inclusive ajuste de disjuntor de baixa tensão onde aplicável) utilizadas, com catálogos anexos (ou cópia legível) contendo as características (curvas) de atuação e coordenograma de atuação da proteção com os ajustes indicados (ver Anexo A); a programação dos relés de proteção é responsabilidade exclusiva do engenheiro RT (responsável técnico) pela execução do projeto, que deverá estar no local quando a Cemig for receber a subestação; caberá a Cemig acompanhar a parametrização e selar o dispostivo do relé destinado ao selo da concessionária.

h) detalhamento das cargas especiais como a partida de motores (de grande potência - maior que 50 cv - ou de pequena potência com partidas simultâneas), fornos a arco, etc., com estudo detalhado da queda de tensão e solicitação ao sistema;

i) diagrama unifilar detalhado da geração própria e/ou do sistema de emergência e o detalhamento das suas características de funcionamento;

j) planta de aterramento com todas as características: caixas, condutor, hastes, etc.

6.5.3 Responsabilidade Técnica do Projeto e Execução das Instalações

a) nome, número de registro do CREA-MG (ou de outro CREA com visto no CREA-MG, em sua carteira profissional, para o Responsável Técnico pela execução) e assinatura (indelével e de próprio punho aposta nas cópias do projeto) do(s) engenheiro(s) responsável(veis) pelo projeto e execução das instalações elétricas;

b) recolhimento da(s) Anotação(ções) de Responsabilidade Técnica (ART) ao CREA-MG , que cubra(m) a Responsabilidade Técnica sobre o projeto e a execução das instalações elétricas de acordo com o Ato nº 02/85 do CREA-MG;

c) a análise do projeto elétrico ficará condicionada à apresentação das ART's de projeto e de execução; se houver geração própria, a análise do projeto elétrico ficará condicionada também à apresentação do registro ou autorização conforme o disposto na Resolução 112/1999, da ANEEL;

d) em casos especiais, quando a aprovação do projeto elétrico é condição necessária para licitação da execução da obra, e mediante apresentação de correspondência atestando essa condição, a Cemig pode analisar o projeto elétrico acompanhado apenas da ART relativa a projeto; neste caso, deverá ser colocada nota no projeto estabelecendo que a ligação de obra ficará condicionada à apresentação da ART de execução das instalações elétricas;

e) quando se tratar de alterações no projeto por outro responsável técnico, o mesmo deverá apresentar juntamente com o novo projeto o "Termo de Responsabilidade" previsto no acordo Cemig/CREA-MG, sobre a preservação de direitos autorais.

6.5.4 Outras Informações para análise do Projeto Elétrico

a) distância da subestação em relação à parte civil e divisas; as distâncias esquina-edificação, esquina-caixa de passagem e esquina-subestação devem ser informadas por escrito, além de estarem em escala;

b) não poderá ser apresentado o projeto elétrico de detalhes das instalações internas das unidades consumidoras (a partir da saída da subestação de entrada geral);

c) o responsável técnico ou cliente receberá da Cemig uma via do projeto elétrico, liberado para execução;

d) no caso de não execução do projeto já analisado pela Cemig, no prazo de 12 meses, o cliente deverá revisá-lo conforme a norma Cemig ND-5.3 vigente e deverá encaminhá-lo para nova apreciação da Cemig;

e) no caso de necessidade de alterações do projeto elétrico já analisado pela Cemig é obrigatório encaminhar o novo projeto para análise pela Cemig;

f) a Cemig terá um prazo de 15 (quinze) dias, a contar da data do protocolo de entrada do projeto, para análise do mesmo;

g) no projeto elétrico deverão constar, no mínimo, as seguintes notas:

1 - A Cemig fica autorizada a reproduzir cópias desse projeto para uso interno, se necessário, bem como fazer arquivamento pelo processo que lhe for conveniente;
2 – As informações/detalhes não contidos neste projeto estão de acordo com a norma Cemig ND-5.3;
3 – A carga declarada no projeto estará disponível para conferência no ato da ligação.

h) a subestação compartilhada deverá constar de apenas um projeto elétrico e ter somente um responsável técnico pelo projeto e pela sua execução;

i) A Cemig poderá exigir que sejam fornecidos para cada motor os seguintes dados: tipo de motor, potência, tensão, corrente de partida, corrente nominal, relação Ip/In, fator de potência na partida, fator de potência em regime, tempo de rotor bloqueado, nº de pólos, tipo de carga acionada, tempo de aceleração, nº de terminais disponíveis na caixa de ligação, número de partidas (por hora, por dia, etc.), ordem de partida dos motores (em caso de partida seqüencial de dois ou mais motores), simultaneidade de partida (relacionar motores que partem simultaneamente), potência e impedância percentual do transformador que irá alimentar esse motor, dispositivo de partida a ser empregado e ajustes do dispositivo de partida, etc.
A falta de fornecimento de algum desses dados poderá prejudicar a análise da Cemig. Se necessário, outras informações sobre os motores poderão ser solicitadas.
Deverão ser relacionadas ainda eventuais cargas sensíveis a flutuações de tensão.

7. AUMENTO DE CARGA

a) o aumento de carga deve ser solicitado à Cemig, para análise das modificações que se fizerem necessárias na rede e/ou subestação, mediante a apresentação de projeto elétrico de acordo com o item 6.5 deste Capítulo;

b) no caso de haver previsão futura de aumento de carga, é permitida a instalação de condutores e barramentos em função da carga futura. Por ocasião do pedido de aumento de carga ou demanda escalonada, apenas o ajuste da proteção e/ou troca do transformador (ou acréscimo de transformador) serão efetivados;

c) unidades consumidoras cuja proteção seja através de relé microprocessado deverão apresentar nova memória de cálculo dos ajustes e coordenograma para todo aumento ou redução da demanda contratada;

d) qualquer aumento de demanda está condicionado à substituição de relé primário (fluido dinâmico) por relé microprocessado, substituição do ramal de ligação ou de entrada convencional(nu) ou protegido por ramal de ligação ou de entrada isolados e demais adequações da proteção e subestação.

8. GERAÇÃO PRÓPRIA

A unidade consumidora poderá possuir sistema de geração própria, sendo os custos dessa instalação às expensas do consumidor.

8.1 Com injeção de potência no sistema da Cemig

A construção de um sistema de geração própria, caracterizando um produtor independente, autoprodutor, PCE (Pequena Central Elétrica), centrais de cogeração ou assemelhado, deverá ser objeto de consulta à Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita – RC/MP que, em conjunto com a área de

operação, fornecerá as informações necessárias na sua forma atual, inclusive as informações para o acordo operacional definido para cada caso da área de operação. Esse acordo operacional, a ser firmado entre o cliente e a Cemig, é indispensável para que o sistema de geração própria entre em funcionamento.

8.2 Sem injeção de potência no sistema da Cemig

O sistema de geração própria , composto de grupo motor-gerador, será utilizado para atendimento às situações emergenciais ou a critério do consumidor. Para que este sistema entre em funcionamento, deverá haver o Acordo Operacional Simplificado emitido pela OM/EO (Gerência de Engenharia e Coordenação da Operação) entre a Cemig e o consumidor.
O sistema de geração própria não poderá causar qualquer problema técnico ou de segurança ao sistema da Cemig e /ou outras unidades consumidoras.
Os equipamentos do sistema de geração própria não poderão ser instalados dentro da subestação de entrada geral, exceto o relé de proteção direcional (função 32), os TP's e os TC's de proteção.
A proteção dos equipamentos e sistema de geração própria da unidade consumidora é de responsabilidade do consumidor. A Cemig não se responsabilizará por qualquer eventual dano no sistema de geração própria e nem por eventuais problemas de fator de potência na instalação consumidora detectados pela medição de faturamento.
O sistema de geração própria poderá ser utilizado para alimentar todas as cargas da unidade consumidora ou para alimentar parte das cargas.
O sistema de geração própria poderá operar em regime de paralelismo ou sem regime de paralelismo com relação ao fornecimento da Cemig.

8.2.1 Operação em regime de paralelismo

O paralelismo do sistema de geração própria da unidade consumidora com o sistema da Cemig será permitido conforme as condições abaixo:

a) a conexão do sistema de geração própria da unidade consumidora ao sistema Cemig será efetuada pelo disjuntor de interligação, ou seja, esta conexão não poderá ser feita através do disjuntor de proteção geral da subestação de entrada de energia;
b) a subestação de entrada deverá ser provida de relés que desempenhem as seguintes funções de proteção no disjuntor de proteção geral da subestação de entrada:

- função de sobrecorrente (50/51, 50/51N), com ajustes conforme os critérios constantes do Anexo A, que deverá atuar quando ocorrerem faltas internas na unidade consumidora;
- função de potência inversa (32), para atuar nos casos em que ocorrer fluxo reverso para a rede da Cemig, sendo a instalação do relé conforme a seguir:
  - a instalação deverá ser nas mesmas condições que o relé de de proteção de sobrecorrente (50/51, 50/51N);
  - o ajuste máximo deverá ser de 5% da potência de geração por até 1 segundo;
  - o relé deverá ser trifásico, eletrônico e microprocessado;
  - o relé deverá ser instalado na subestação de entrada;
  - deverão ser usados 3(três) TP's para proteção 13,8/1,73 ou 23,1/1,73 ou 34,5/1,73 conforme o sistema de distribuição da Cemig;

c) no disjuntor de proteção geral da subestação de entrada somente poderão existir as funções de proteção de sobrecorrente (50/51, 50/51N) e de potência inversa (32); outras funções de proteção, tais como função de check de sincronismo (25) não poderão existir no disjuntor de proteção geral da subestação de entrada; Esse disjuntor não pode ser manobrado como parte do estabelecimento do paralelismo;
d) todo o sistema de geração própria, e a operação de geradores, deverão ser testados pelo fabricante e/ou pela empresa responsável pela montagem na presença de inspetores da Cemig;
e) o consumidor é responsável legalmente sobre os eventuais danos materiais e pessoais decorrentes da energização dos circuitos da Cemig quando estes estiverem fora de operação;
f) no projeto elétrico deverão constar o diagrama unifilar elétrico funcional do sistema de geração própria, contendo os detalhes de intertravamento e da proteção, o cálculo de curto-circuito, ajustes e estudo de coordenação das proteções, e as características do grupo motor-gerador.

8.2.2 Operação sem regime de paralelismo

a) os circuitos de emergência (suprimento de iluminação de balizamento, alimentação de bombas de sistema anti-incêndio, etc) devem ser instalados independentemente dos demais circuitos, em eletrodutos exclusivos, passíveis de serem vistoriados pela Cemig; as cargas a serem alimentadas pelo sistema de geração deverão ser informadas no projeto elétrico;

b) o sistema de geração própria deverá ser provido de chave comutadora que impeça a alimentação simultânea das cargas pelo sistema de fornecimento da Cemig e pelo sistema de geração própria, sendo que o consumidor somente terá acesso à manopla de operação, devendo o acesso às conexões desta chave estar em ambiente selado pela Cemig;

c) no projeto elétrico deverão constar o diagrama unifilar elétrico e funcional, com detalhes de intertravamento e da proteção, os desenhos indicando a independência entre o sistema de geração própria e o sistema da Cemig, a localização e características da chave de comutação, e as características do grupo motor-gerador.

9. OBSERVAÇÕES

a) o projeto, as especificações dos materiais, equipamentos e dispositivos e a execução das instalações elétricas internas da unidade consumidora deverão atender às normas da ABNT, podendo a Cemig vistoriá-las no intuito de verificar se os requisitos mínimos das mesmas estão atendidos;

b) a partir da ligação da unidade consumidora à rede Cemig, os condutores, equipamentos e acessórios do posto até a medição são de acesso exclusivo da Cemig, sendo vetada qualquer intervenção de pessoas não credenciadas aos mesmos, assim como aos selos; o consumidor só poderá atuar nas alavancas de acionamento dos dispositivos de proteção e/ou manobra situados na subestação ou após a mesma;

c) não é permitido aos consumidores aumentar a carga instalada ou a demanda (em kW) além do limite correspondente ao seu tipo de fornecimento sem prévia autorização da Cemig. A demanda contratada será a demanda constante do projeto; após o período experimental, caso o cliente deseje alterar este valor, deverá ser apresentado nova metodologia para ajuste de proteção secundária considerando a nova demanda contratada; assim quando for necessário reajustar a proteção em função de aumento ou diminuição de carga, será necessário apresentar somente a nova metodologia para ajuste de proteção secundária, caso esta seja feita em formato separado do projeto elétrico e, após a devida aprovação, a Cemig irá acompanhar a mudança do ajuste da proteção em “in loco”.

d) é vetado aos consumidores a extensão de suas instalações elétricas além dos limites de sua propriedade ou a sua interligação com outras unidades consumidoras para fornecimento de energia elétrica, mesmo que gratuitamente;

e) o fornecimento a qualquer unidade consumidora, provisório, de obra ou definitivo, será através de um só ponto de entrega, com medição também única, exceto para os casos onde se aplicam as tarifas relativas às energias especiais;

f) caberá ao consumidor construir a subestação e as demais instalações necessárias, cabendo à Cemig a instalação do ramal de ligação, a conexão da unidade consumidora à rede e a instalação dos equipamentos de medição (TP, TC, chave de aferição, medidores de energia e registradores eletrônicos ou medidores eletrônicos para Tarifação Horo-sazonal);

g) no ponto de derivação da rede da Cemig a cruzeta, a chave fusível, pára-raios, condutores do ramal de ligação e demais acessórios serão fornecidos pela Cemig;

h) de acordo com o item 3, página 2-1, quando o ponto de entrega se situar na rede da Cemig os condutores, muflas e demais acessórios serão fornecidos pelo consumidor; as obras civis necessárias para a montagem do ramal de entrada subterrâneo deverão ser realizadas pelo consumidor de acordo com o estabelecido no item 2.3, página 4-3 e Capítulo 10;

i) o consumidor será, para todos os fins, responsável pelos equipamentos de medição da Cemig instalados na unidade consumidora e responderá pelos eventuais danos a ele causados, por sua ação ou omissão;

j) as redes aéreas e subterrâneas em média tensão ou secundária de distribuição, antes ou após a medição, construídas pelo consumidor, na sua propriedade, deverão atender às Normas da ABNT e da Cemig aplicáveis;

k) motores trifásicos com potência até 50 cv e monofásicos com potência até 10 cv podem ter partida direta, resguardada a situação de partidas simultâneas, que demandará na apresentação de um estudo das quedas de tensão, respeitando os limites de elevação de corrente de acordo com os ajustes da proteção digital microprocessada para esta situação, de acordo com o item 6.5.2, página 2-4; para as demais potências, consultar a Tabela 12 do ED-1.3, Capítulo 5;

l) a ligação de unidade consumidora urbana será efetuada após a perfeita demarcação da propriedade, apresentação da licença devida ao desenvolvimento das atividades a que se destina e da numeração ; quando em área rural deve ser apresentada a devida licença;

m) condutores conduzindo energia já medida não poderão passar dentro de eletrodutos ou caixas contendo condutores conduzindo energia não medida;

n) a ligação da unidade consumidora à rede da Cemig não significa qualquer pronunciamento da mesma quanto as condições técnicas das instalações internas do consumidor após a medição e/ou proteção de baixa tensão;

o) ocorrendo a ligação de cargas que não constam do projeto analisado pela Cemig, ou com regime de partida e/ou funcionamento diferente daquele apresentado no projeto e que venham a introduzir perturbações indesejáveis na rede, tais como flutuações de tensão, rádio-interferência, harmônicos, etc., a Cemig notificará o consumidor para que providencie a necessária regularização; caso seja necessária a adequação da rede, as alterações devidas serão efetuadas às expensas do consumidor;

p) para todos os fornecimentos previstos nessa Norma aplicam-se os critérios constantes da Resolução 456 de 29/11/2000 da ANEEL quanto ao fator de potência de referência (0,92) e quanto à tarifação da energia reativa excedente em relação ao limite estabelecido pelo fator de potência de referência; para maiores esclarecimentos quanto à aplicação desses critérios pela Cemig o consumidor deve solicitar informações nas Agências de Atendimento da Cemig;

q) as eventuais solicitações de fornecimento em média tensão a qualquer unidade consumidora de forma não prevista nessa ND devem ser encaminhadas à RC/MP – Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita;

r) os eletrodutos com energia medida ou não medida não poderão conter outros condutores como, por exemplo, cabos telefônicos ou de TV a cabo;

s) quando uma unidade consumidora for desligada por qualquer motivo ou consumo final e a religação for efetivada em até 6 (seis) meses, não é necessária a adequação da subestação a esta norma, desde que não haja nenhuma alteração da subestação ou dos dados cadastrais do consumidor. Se a unidade consumidora ficar desligada por um período superior a 6 (seis) meses, ou se os dados cadastrais do consumidor forem alterados, independentemente do tempo de desligamento da unidade consumidora, a subestação deverá se adequar a esta norma, inclusive com a instalação do relé secundário conforme previsto no Capítulo 12;

t) Os critérios a serem adotados quando da ligação de APART HOTEL são:

1 – Regra geral

Como regra geral o APART HOTEL deverá ser atendido em conformidade com a ND-5.2 (baixa tensão), por ser uma unidade consumidora de uso coletivo formada por várias unidades individuais que poderão ser vendidas ou serem usadas como moradia pelo seu proprietário. Assim sendo, cada unidade autônoma terá a sua medição em baixa tensão conforme a ND-5.2.

2 – Caso especial

Se o APART HOTEL for do tipo no qual os condôminos concordam expressamente que o EDIFÍCIO é destinado específica e exclusivamente para o desenvolvimento da atividade HOTEL, implicando em necessária vinculação de sua unidade autônoma a uma SOCIEDADE para que a explore durante "xx" anos, concordando expressamente que, durante os xx anos não terão o direito de gerenciamento do uso das unidades autônomas de que forem proprietários, o atendimento poderá ser através da ND-5.1 (baixa tensão, para carga instalada até 75kW) ou em conformidade com a ND-5.3 (média tensão, para carga instalada acima de 75kW) desde que sejam atendidas simultaneamente as seguintes condições:

- deverá ser apresentado à Cemig o alvará da prefeitura municipal autorizando o funcionamento como unidade hoteleira única;
- no projeto elétrico deverá constar nota na qual o empreendedor assuma todo o ônus para a reversibilidade da unidade consumidora, ou seja, transformá-la de unidade consumidora individual (ND-5.1 ou ND-5.3) em unidade consumidora de uso coletivo (ND-5.2);
- deverão ser previstos eletrodutos e instalação ou espaço para instalação de agrupamentos de caixas de medição conforme a ND-5.2;
- tanto na convenção do condomínio quanto no contrato de fornecimento de energia elétrica deverá constar uma cláusula na qual a empresa exploradora da atividade HOTEL e os condôminos assumam todo o ônus para a reversibilidade da unidade consumidora, ou seja, transformá-la de unidade consumidora individual (ND-5.1 ou ND-5.3) em unidade consumidora de uso coletivo (ND-5.2) após os xx anos, ou a qualquer momento desde que essa convenção decida pelo término da atividade HOTEL;
- não poderá existir nenhuma unidade que não seja administrada e explorada pela empresa responsável pela atividade HOTEL, ou seja, nenhuma unidade poderá ser terceirizada por esta empresa.

u) quando a subestação possuir transformador reserva e esse ficar desligado por um período superior a 6 meses, quando da ligação/religação do mesmo deverá ser apresentado laudo técnico de ensaio;

v) O projeto elétrico é apenas uma das etapas necessárias para ligação da unidade consumidora. Após sua análise, e sendo o mesmo julgado conforme, outras etapas terão que ser implementadas, exigindo novas interações entre o interessado e a Cemig, através de seus Agentes.
Essas etapas têm uma seqüência sucessiva à análise do projeto elétrico e são, principalmente, as relativas a:

1ª - eventual necessidade de extensão/modificação de rede (com análise de viabilidade técnica e comercial, podendo haver custos ao interessado);
2ª - pedido de vistoria e ligação da unidade consumidora.

Todas estas etapas são sucessivas e têm prazos legais para serem cumpridos, motivo pelo qual o interessado deve apresentar o projeto elétrico da unidade consumidora à Cemig com a devida antecedência em relação ao mês/ano desejado para ligação.

INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DA CEMIG

1. RAMAL DE LIGAÇÃO

1.1 Geral

A instalação do ramal de ligação é feita exclusivamente pela Cemig, a partir do ponto da rede por ela determinado e atendendo às seguintes prescrições:

a) a sua entrada na propriedade do consumidor deve ser, preferencialmente, pela parte frontal da edificação; quando esta se situar em esquina, a entrada pode ser por quaisquer dos lados, desde que seja possível a instalação do ramal;

b) não é permitido que os condutores do ramal:
- sejam enterrados diretamente no solo;
- passem sobre ou sob terreno de terceiros;
- apresentem emendas dentro de dutos e caixas intermediárias de inspeção ou de passagem;

c) o comprimento máximo é 30 metros, medidos a partir da base do poste ou ponto de derivação da RDS da Cemig até o ponto de entrega;

d) o condutor neutro deve ser interligado com o condutor neutro da rede da Cemig e com a malha de aterramento da subestação;

e) toda edificação ou unidade consumidora deverá ser atendida através de um único ramal de ligação, de acordo com os critérios definidos no Capítulo 2, item 4, página 2-2, e ter apenas um ponto de medição, exceto para os casos onde se aplicam as tarifas relativas às energias especiais;

f) observar eventuais condições específicas existentes nos casos de travessia de rodovias, ferrovias e vias públicas em geral;

g) em áreas rurais deve-se adotar o critério de expansão da rede da Cemig até junto às instalações consumidoras;

h) A derivação da rede deve, necessariamente, ser executada através de chave, de acordo com a Tabela 14, Capítulo 5;

i) as cercas e telas que dividem as propriedades entre si ou com a via pública, bem como aquelas internas, devem ser seccionadas e aterradas, conforme critério previsto na ND-2.2, quando o ramal de ligação ou interno (aéreo) passar sobre as mesmas; este seccionamento deve ser de 7,50 m para cada lado a partir do eixo do ramal.

1.2 Ramal de Ligação Aéreo

Na instalação do ramal de ligação aéreo, além das prescrições gerais, devem ser observadas as seguintes condições:

a) altura mínima, medida entre o ponto de maior flecha dos condutores de fase do ramal e o solo;
- passagem sobre ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis: 12 m
- passagem sobre ferrovias não eletrificadas: 9,00 m
- local com trânsito de veículos: 7,00 m
- áreas rurais: 6,00 m
- local com trânsito exclusivo de pedestres: 5,50 m

b) antes da ligação a estabilidade mecânica do poste da rede (escolhido para instalação do ramal de ligação) e a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 c.v. ou motores com partidas simultâneas) devem ser verificadas junto ao setor competente;

c) para a instalação do ramal deverão ser utilizados cabos de Alumínio isolados, multiplexados e auto-sustentados, com isolamento EPR ou XLPE. Esse ramal deverá ser aterrado nas duas extremidades. Alternativamente, para a Subestação nº1 em áreas rurais, o ramal de ligação poderá ter a mesma forma construtiva da rede da qual é derivado; os cabos a serem utilizados para cada tipo de ramal constam das Tabelas 15, 16 e 17, Capítulo 5;

d) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas das ND 2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 2.7, 2.9, 2.10, 3.1 e 3.2, relatórios complementares ou outra norma editada;

e) na estrutura escolhida para derivação não deve ser instalado transformador ou banco de capacitores;

1.3 Ramal de Ligação Subterrâneo

Em locais atendidos por RDA, caso seja contra-indicada a instalação do ramal de ligação aéreo por razões não imputáveis ao consumidor, ou em locais atendidos por RDS, a Cemig efetuará a ligação da unidade consumidora através de ramal de ligação subterrâneo observando, além dos requisitos gerais, as seguintes condições:

a) os condutores fase devem ser cabos unipolares de Alumínio , isolados com XLPE-90^{O}C ou EPR-90^{O}C de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV , dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 15, 16 e 17, Capítulo 5).
A blindagem metálica dos condutores deve ser conectada ao neutro em apenas um ponto;

b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;

c) nas extremidades desses condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão à rede e ao ramal de entrada;

d) respeitar as posturas municipais, especialmente nas travessias de vias públicas;

e) seguir as orientações do desenho do Capítulo 10;

f) o eletroduto de descida até a caixa de passagem (tipo ZC) junto ao poste (afastamento de 400 a 700mm) deverá ser de aço zincado por imersão a quente e de diâmetro nominal 100 mm; esse eletroduto deverá conter identificação, de forma legível e indelével, da edificação a que se destina;

g) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 c.v. ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;

h) na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada uma caixa do tipo "ZD" (ver Capítulo 11) para conexão do ramal de ligação ao ramal de entrada;

i) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;

j) os eletrodutos enterrados no solo podem ser de aço zincado por imersão a quente ou PVC rígido. Opcionalmente poderá ser utilizado o eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898. Somente poderão ser utilizados os dutos flexíveis aprovados pela Cemig através da Gerência de Engenharia e Coordenação da Expansão da Distribuição (ED/CE). Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o desenho 2 da página 12-14;

k) deverá ser apresentado juntamente com o pedido de ligação à Cemig, o laudo do teste de isolamento nos cabos e terminações.

2. MEDIÇÃO

a) os equipamentos de medição tais como medidores de energia, transformadores de corrente e potencial, registradores eletrônicos e chaves de aferição da Cemig somente serão instalados e ligados após a vistoria e aprovação das instalações da subestação;

b) nas Tabelas 1 e de 5 a 10 são apresentadas, para cada faixa de fornecimento, as relações de "corrente nominal/corrente máxima" relativas aos TC e as relações "Média Tensão/tensão secundária" relativas aos TP a serem utilizados;

c) os critérios de aplicação e de ligação dos equipamentos de medição devem seguir as orientações das ND-5.6 e ND-5.26; para as medições especiais (ETST, EST ou EGTD, por exemplo), a RC/MP (Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita) deverá ser consultada;

d) a caixa para instalação de equipamentos de medição (CM-4) deve atender as prescrições do Capítulo 12 e deve constar do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada);

e) para os fornecimentos de demanda de até 300 kW através da subestação nº 1, a medição será na baixa tensão; para os fornecimentos através dos demais tipos de subestações, a medição situar-se-á na média tensão. A medição será sempre a três elementos;

f) independentemente da demanda, para todos os fornecimentos em média tensão, a medição constituir-se-á, no mínimo, de medidores de energia ativa (com indicação de demanda caso não seja THS) e energia reativa, podendo ser utilizado, a critério da Cemig, medidor eletrônico; para os casos de THS a medição será efetuada por medidor eletrônico;

g) a medição deve ser instalada conforme os desenhos dos Capítulos 6 a 9 em locais não sujeitos a trepidações e temperaturas elevadas (acima de 55º C); nas Subestações 1 e 3 a mureta contendo a caixa de medição deverá ser construída no sentido NORTE-SUL, com cobertura (telhado) conforme o detalhe 1, página 6-4, para que o medidor eletrônico não fique exposto à temperatura elevada (acima de 55º C);

h) ocorrendo modificações nas instalações, que tornem o local de medição incompatível com os requisitos já mencionados, o consumidor deve preparar novo local para a instalação dos equipamentos de medição, sujeito a aprovação da Cemig;

i) para as unidades consumidoras com demanda igual ou superior a 300kW a medição para tarifação horo-sazonal (THS) é compulsória, podendo o consumidor optar pela tarifa azul ou verde; caberá à Cemig orientar o consumidor sobre as características específicas de cada modalidade para fundamentar a sua escolha;

j) para as unidades consumidoras com demanda inferior a 300kW a medição poderá ser a convencional (kW-kWh e kvarh) ou THS, modalidade azul ou verde; caberá à Cemig orientar o consumidor sobre as características específicas de cada tipo de medição para fundamentar a sua escolha;

k) para os fornecimentos a consumidores irrigantes deverão ser seguidas as instruções da ND-5.27 (Fornecimentos Especiais – Comercialização de THS, EST, ETST e Tarifa Noturna).Na Subestação nº1 a amostra de tensão para a medição deverá ser através dos bornes superiores do disjuntor geral de baixa tensão, conforme mostrado no Desenho 5, página 6-5, visando a manutenção da memória de massa do medidor eletrônico;

l) para todos os fornecimentos sujeitos a contrato deverão ser utilizadas as prescrições da ND-5.13; caso essa ND não contemple algum caso específico, deverá ser consultada a RC/MP (Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita) ;

m) a distância máxima entre a caixa de medição e os transformadores de instrumentos (TP e TC) é 12,5m; casos em que a distância seja maior devem ser objeto de consulta à RC/MP (Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita) ;

n) os eletrodutos contendo a fiação secundária dos TC e TP até a caixa de medição deverão ser instalados externamente nas paredes da subestação, não sendo admitida instalação embutida, e deverão ser de aço com diâmetro mínimo de 32mm (11/4”). Não é permitida a utilização de caixas de passagem ou conduletes no circuito de medição e/ou proteção. Somente é permitido a utilização de eletrodutos rosqueáveis e curvas de 90º para efetuar mudança de direção na instalação dos eletrodutos.

3. ATERRAMENTO

Caberá à Cemig a verificação, durante a vistoria para aceitação da subestação e/ou durante o andamento da obra, do valor da resistência de aterramento apresentada pela malha de terra, que não deve ultrapassar 10 (dez) ohms (medida em qualquer época do ano).
Os requisitos mínimos exigidos para construção de malha de terra constam do item 6, página 4-8.

4. RECEBIMENTO DA SUBESTAÇÃO

A Cemig deverá fazer os testes aplicáveis para verificar a atuação da proteção geral conforme o projeto aprovado. Nestes testes deve ser verificado se:

- o relé de sobrecorrente e/ou de proteção direcional está parametrizado conforme os requisitos desta norma e o projeto elétrico da instalação consumidora analisado pela Cemig e julgado estar em conformidade com as normas da Cemig e ABNT;
- a saída serial (para programação à distância) está ativa, não podendo existir fios conectados aos bornes correspondentes;
- não existem fios conectados aos bornes referentes ao bloqueio das funções 50/51 fase e 50/51 neutro;
- o disjuntor desliga ao se fechar circuito através de *jumper* entre os bornes de comando de abertura da bobina de *trip*;
- o *no-break* mantém a capacidade de alimentar o relé e a bobina de *trip* do disjuntor na ausência de alimentação auxiliar, de forma a verificar a capacidade de operação do relé durante a ocorrência de um curto-circuito no circuito de força, com conseqüente afundamento de tensão;
- a carga declarada no projeto elétrico está disponível no local para conferência.

INSTALAÇÕES DE RESPONSABILIDADE DO CONSUMIDOR

1. ASPECTOS GERAIS

1.1 Aquisição de Materiais e Equipamentos

a) os materiais e equipamentos constituintes da subestação (condutores, transformador de potência,, eletrodutos, caixas, disjuntores, relé de proteção de sobrecorrente e de proteção direcional, chaves, ferragens, etc.) serão adquiridos pelo consumidor. Eventuais danos causados à unidade consumidora por falha destes materiais e equipamentos serão da exclusiva responsabilidade do consumidor; eventuais ultrapassagens da demanda contratada em função de falha do relé de sobrecorrente e/ou seus associados, serão de exclusiva responsabilidade do consumidor;

b) os equipamentos de medição tais como transformadores de corrente e potencial, medidores de energia, chaves de aferição e registradores eletrônicos são de fornecimento exclusivo da Cemig e serão por ela instalados, sendo vetado ao consumidor o acesso a quaisquer um deles;

c) na aquisição de caixas para medição, proteção e derivação, de disjuntores termomagnéticos de baixa tensão, hastes de aterramento e pára-raios, somente serão aceitos os modelos aprovados pela Cemig e constantes do Manual do Consumidor nº 11 ("Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada"), com atualização e edição periódicas, disponíveis nas Agências de Atendimento da Cemig, sendo ainda passíveis de inspeção e recusa caso não tenham mantido as características do protótipo aprovado pela Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita – RC/MP (ver Capítulo 11);

d) os demais materiais, apesar de não serem previamente aprovados, devem atender às especificações mínimas indicadas no Capítulo 11, sendo passíveis de inspeção e recusa pela Cemig;

e) é recomendável que a aquisição dos materiais e equipamentos e a construção da subestação somente sejam iniciadas após a aprovação do projeto elétrico pela Cemig (ver item 6.5, página 2-4). Caso a aquisição de materiais e equipamentos e a construção da subestação se antecipem à aprovação do projeto elétrico, serão de inteira responsabilidade do interessado os problemas decorrentes de eventual necessidade de modificações na obra ou substituição de materiais e equipamentos.

1.2 Construção do Padrão de Entrada

a) a instalação dos materiais e equipamentos que compõem o padrão de entrada, bem como as obras civis necessárias à sua construção, devem ser executadas pelos consumidores de acordo com os requisitos estabelecidos neste Capítulo e constantes do projeto aprovado pela Cemig;

b) a localização do padrão de entrada deve considerar os critérios constantes do item 1, página 3-1. O padrão de entrada deverá ser construído dentro da propriedade particular a, no máximo, 5 (cinco) metros da divisa com a via pública, não sendo permitido a sua instalação em área de recuo que representa uma extensão do passeio público, exceto se a prefeitura local permitir que o padrão de entrada seja construído nesta área;

c) todas as subestações (exceto Subestações nº 1 e 3) devem ser providas de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2 horas;

d) não poderão passar pela subestação tubulações de água, esgoto, gás, vapor, etc;

e) as instalações do padrão de entrada de energia elétrica não devem ser acessíveis por janelas, sacadas, telhados, escadas, lajes, áreas adjacentes ou outros locais de possível acesso de pessoas, devendo a distância mínima dos condutores a qualquer desses pontos ser de 1,70 m (um metro e setenta centímetros) , na horizontal, e de 2,80 m (dois metros e cinqüenta centímetros) na vertical. Esse afastamento também deve ser observado em relação a divisas e terrenos de terceiros.

1.3 Conservação do Padrão de Entrada

a) os consumidores ficam obrigados a manter em bom estado de conservação os componentes de seu padrão de entrada.
Caso contrário, a Cemig pode vir a exigir os reparos necessários ou até mesmo a substituição dos materiais inadequados ou danificados;

b) os consumidores são responsáveis pelos equipamentos de medição da Cemig instalados no padrão de entrada da edificação e responderão pelos eventuais danos a eles causados por sua ação ou omissão;

c) o local do padrão de entrada, bem como o acesso ao mesmo, devem ser mantidos limpos e desimpedidos pelos Consumidores, de modo a agilizar as leituras dos medidores e inspeção das instalações pela Cemig.

1.4 Acesso ao Padrão de Entrada

a) os consumidores devem permitir, a qualquer tempo, o livre e imediato acesso dos funcionários da Cemig, devidamente identificados e credenciados, ao padrão de entrada e fornecer-lhes os dados e informações pertinentes ao funcionamento dos equipamentos e aparelhos;

b) aos consumidores somente é permitido o acesso à alavanca de acionamento dos disjuntores e chaves para seu religamento em caso de desarme ou de interrupção programada pelo próprio consumidor;

c) a critério da Cemig, poderá ser exigida a cessão da(s) chave(s) de acesso à subestação, que poderá ficar sob a guarda da Cemig, ou em local de fácil e exclusivo acesso da Cemig na propriedade do consumidor.

2. RAMAL DE ENTRADA

2.1 Requisitos Gerais

A instalação do ramal de entrada é feita exclusivamente pelo consumidor, porém a ligação do mesmo no ponto de entrega será feita pela Cemig e deve atender as seguintes prescrições:

a) os condutores devem ser contínuos, isentos de emendas. No condutor neutro é vetado o uso de qualquer dispositivo de interrupção; esses condutores devem apresentar as mesmas características elétricas dos condutores do ramal de ligação; dependendo do comprimento do ramal de entrada podem ser necessárias características especiais visando sua integridade mecânica e a manutenção do nível adequado de tensão;

b) o condutor neutro deve ser interligado com o condutor neutro da rede ou do ramal de ligação e com a malha de aterramento da subestação;

c) no caso do ponto de entrega se situar na rede, a entrada na propriedade do consumidor deve ser, preferencialmente, pela parte frontal da edificação; quando esta se situar em esquina, a entrada pode ser por quaisquer dos lados desde que seja possível a instalação do ramal. Devem ser observadas eventuais condições específicas nos casos de travessia de rodovias, ferrovias e vias públicas em geral. Deve ser observada, ainda, a distância máxima de 30 m do ponto de entrega (na rede) ao limite da propriedade com a via pública;

2.2 Ramal de Entrada Aéreo

Na instalação do ramal de entrada aéreo devem ser observadas as seguintes condições:

a) altura mínima, medida entre o ponto de maior flecha dos condutores fase do ramal e o solo:

- passagem sobre ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis : 12,00 m
- passagem sobre ferrovias não eletrificadas ou não eletrificáveis : 9,00 m
- local com trânsito de veículos: 7,00 m

- áreas rurais: 6,00 m
- local com trânsito exclusivo de pedestres: 5,50 m

b) para a instalação do ramal deverão ser utilizados cabos de Alumínio isolados, multiplexados e auto-sustentados, com isolamento EPR ou XLPE. Esse ramal deverá ser aterrado nas duas extremidades Alternativamente para a Subestação nº1 em áreas rurais o ramal de entrada poderá ter a mesma forma construtiva da rede da qual é derivado; Os cabos a serem utilizados para cada tipo de ramal constam das Tabelas 15, 16 e 17, Capítulo 5;

c) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas das ND-2.1, 2.2, 2.4, 2.5, 3.1 e 3.2 e relatórios complementares;

d) nas extremidades dos condutores devem ser utilizados terminações e acessórios adequados para conexão ao ramal de ligação e à estrutura de ancoragem da subestação.

2.3 Ramal de Entrada Subterrâneo

Na instalação do ramal de entrada subterrâneo devem ser observadas as seguintes condições:

2.3.1 quando o ponto de entrega situar-se na rede devem ser seguidas as prescrições:

a) os condutores fase devem ser cabos unipolares de Alumínio , isolados com XLPE-90ºC ou EPR-90ºC de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV , dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 15, 16 e 17 do Capítulo 5).
A blindagem metálica dos condutores deve ser conectada ao neutro em apenas um ponto;
Poderão ser considerados também os cabos de cobre, conforme as Tabelas 15, 16 e 17 do Capítulo 5;

b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;

c) respeitar as posturas municipais, especialmente nas travessias de vias públicas;

d) seguir as orientações do desenho do Capítulo 10;

e) o eletroduto de descida até a caixa de passagem (tipo ZC) junto ao poste (afastamento de 400 a 700mm) deverá ser de aço zincado por imersão a quente e de diâmetro nominal 100 mm; esse eletroduto deverá conter identificação, de forma legível e indelével, da edificação a que se destina;

f) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 c.v. ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;

g) na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada uma caixa do tipo "ZD" (ver Capítulo 11);

h) a condição acima pode ser dispensada caso a subestação esteja situada a, no máximo, 5 metros da divisa da propriedade com a via pública e esteja localizada do mesmo lado da rede da Cemig;

i) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;

j) os eletrodutos enterrados no solo podem ser de aço zincado por imersão a quente ou PVC rígido. Opcionalmente poderá ser utilizado o eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898. Somente poderão ser utilizados os dutos flexíveis aprovados pela Cemig através da Gerência de Engenharia e Coordenação da Expansão da Distribuição (ED/CE). Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o desenho 2 da página 12-14;

k) deverá ser efetuado, na presença dos técnicos da Cemig, teste de isolamento nos cabos e terminações;

l) nas extremidades dos condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão à rede e à subestação.

2.3.2 quando o ponto de entrega se situar no limite da propriedade com a via pública devem ser seguidas as seguintes prescrições:

2.3.2.1 Onde o ramal de ligação for subterrâneo

a) os condutores fase devem ser cabos unipolares de Alumínio , isolados com XLPE-90ºC ou EPR-90ºC de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV , dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 15, 16 e 17, Capítulo 5).
A blindagem metálica dos condutores deve ser conectada ao neutro em apenas um ponto;

b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;

c) seguir as orientações do desenho do Capítulo 10;

d) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 c.v. ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;

e) na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada uma caixa do tipo "ZD" (ver Capítulo 11) para conexão do ramal de ligação ao ramal de entrada;

f) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;

g) os eletrodutos enterrados no solo podem ser de aço zincado por imersão a quente ou PVC rígido. Opcionalmente poderá ser utilizado o eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898. Somente poderão ser utilizados os dutos flexíveis aprovados pela Cemig através da Gerência de Engenharia e Coordenação da Expansão da Distribuição (ED/CE). Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o desenho 2 da página 12-14;

h) deverá ser efetuado, na presença dos técnicos da Cemig, teste de isolamento nos cabos e terminações.

2.3.2.2 Onde o ramal de ligação for aéreo

a) os condutores fase devem ser cabos unipolares de Alumínio , isolados com XLPE-90ºC ou EPR-90ºC de 8,7/15kV para sistema de distribuição de 15kV, de 15/25 kV para sistema de distribuição de 23,1kV e de 20/35kV para sistema de distribuição de 34,5kV , dotados de blindagens semicondutora e metálica e com capa externa de PVC ou Polietileno (Tabelas 15, 16 e 17, Capítulo 5).
A blindagem metálica dos condutores deve ser conectada ao neutro nas duas extremidades;

b) o condutor neutro deve ser de cobre nu, seção 70mm², e deve interligar o neutro da rede da Cemig à malha de aterramento da subestação;

c) seguir as orientações do desenho do Capítulo 10;

d) o eletroduto de descida até a caixa de passagem (tipo ZC) junto à estrutura constante da letra “j” (afastamento de 400 a 700mm) deverá ser de aço zincado por imersão a quente e de diâmetro nominal 100 mm;

e) antes da ligação, a capacidade da rede de alimentar as cargas apresentadas no projeto (principalmente motores com potência superior a 50 c.v. ou motores com partidas simultâneas) deve ser verificada junto ao setor competente;

f) na instalação do ramal deverão ser observadas as prescrições técnicas da ND-2.3 aplicáveis;

g) os eletrodutos enterrados no solo podem ser de aço zincado por imersão a quente ou PVC rígido. Opcionalmente poderá ser utilizado o eletroduto espiralado corrugado flexível em polietileno de alta densidade conforme a NBR 13898. Somente poderão ser utilizados os dutos flexíveis aprovados pela Cemig através da Gerência de Engenharia e Coordenação da Expansão da Distribuição (ED/CE). Dentro de cada eletroduto ou duto flexível deve passar um circuito completo (3 fases e neutro). A instalação dos eletrodutos ou dutos flexíveis deverá ser conforme o desenho 2 da página 12-14;

h) deverá ser efetuado, na presença dos técnicos da Cemig, teste de isolamento nos cabos e terminações;

i) nas extremidades dos condutores devem ser utilizadas terminações e acessórios adequados para conexão ao ramal de ligação e a subestação;

j) na divisa da propriedade com a via pública deve, necessariamente, ser instalada uma estrutura para ancoragem dos condutores do ramal de ligação. A instalação desta estrutura é de responsabilidade do consumidor. Neste caso o ponto de entrega situar-se-á nesta estrutura localizada na divisa da propriedade com a via pública.

3. TRANSFORMADOR

a) os transformadores devem possuir primário em “delta” e secundário em “estrela” devendo ser Dyn1; se houver sistema de geração própria, os transformadores desse sistema deverão ser ligados com o enrolamento estrela aterrado do lado da Cemig;

b) os transformadores deverão ser ensaiados e deverão ser entregues à Cemig, quando do pedido de ligação, 2 vias do laudo dos ensaios; esses requisitos aplicam-se também aos transformadores do sistema de geração própria;

c) os laudos de que trata o item acima devem seguir as prescrições abaixo relacionadas:

- os laudos a serem apresentados à Cemig serão fornecidos pelos laboratórios onde os ensaios foram realizados; caberá ao inspetor credenciado concluir pela aprovação ou reprovação, assinar e apor carimbo que o identifique, bem como a empresa a que pertence;

- as ESCOLAS DE ENGENHARIA ELÉTRICA reconhecidas por Decreto Federal, bem como os Laboratórios Oficiais ou reconhecidos pelo Governo poderão realizar os ensaios, fornecer os laudos e assiná-los;
- os fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig poderão realizar os ensaios, fornecer os laudos e assiná-los, desde que o transformador em questão não seja reformado e possua garantia de 12 meses;
- para maiores informações sobre as firmas/inspetores credenciados para inspeção de transformadores e sobre fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig, consultar a RC/MP (Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita) ou as Agências de Atendimento da Cemig;
- todos os laudos deverão ser conclusivos, ou seja, deverão afirmar de forma clara se o transformador atende ou não aos ensaios/Normas ABNT a seguir relacionados e deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:
  . valores de perdas em vazio e corrente de excitação;
  . valores de perdas em carga e tensão de curto-circuito a 75° C;
  . tensão suportável nominal à freqüência industrial;
  . rigidez dielétrica do líquido isolante (valor mínimo de 35 kV/2,54 mm);
  . dados de placa: nome do fabricante, número de série, potência nominal, tensão nominal primária e secundária e data de fabricação.

- Normas aplicáveis:
  . transformadores a óleo de potência até 300 kVA: NBR 5440;
  . transformadores a óleo de potência superior a 300 kVA: NBR 5356 e capítulo 4 da NBR 9369;
  . transformadores com encapsulamento em epóxi: NBR 10295 e NBR 5356;
- os laudos serão fornecidos em 2 (duas) vias e uma será encaminhada a MS/QL para controle/análise, devidamente identificada como laudo de transformador particular;
- os laudos possuem prazo de validade de 12 meses;

d) a relação de empresas credenciadas para inspeção de transformadores particulares consta do Manual do Consumidor nº11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada);

e) o dimensionamento do(s) transformador(es) deverá ser tal que a demanda máxima da instalação consumidora não seja superior à potência nominal de transformação instalada;

f) quando a subestação fizer parte integrante da edificação residencial ou comercial, somente será permitido o emprego de transformadores com isolamento e encapsulamento em epóxi, mesmo que hajam paredes de alvenaria e portas corta-fogo; nestes casos o fabricante deverá apresentar certificado de ensaios de tipo (protótipo) realizados em Laboratório Oficial (para fabricantes não cadastrados como fornecedores da Cemig) ou laboratório do fabricante (para fabricantes cadastrados como fornecedores da Cemig); os ensaios de tipo deverão ser, no mínimo, os seguintes ensaios previstos na NBR 10295: fator de potência do isolamento, elevação de temperatura, tensão suportável nominal de impulso atmosférico, nível de ruído e nível de tensão de radiointerferência; os ensaios de recebimento destes transformadores devem atender ao disposto no item 3.c, página 4-5, exceto com relação ao ensaio de rigidez dielétrica do óleo, que deverá ser substituído pelo ensaio de descargas parciais. Considera-se como parte integrante da edificação a subestação que tem alguma parede compartilhada com a edificação e/ou cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação;

g) deverá ser utilizada ventilação forçada para a subestação construída em locais com atmosfera poluída ou se dentro da subestação de entrada geral existir transformador. Neste caso deverá ter uma vazão mínima de 2.500 m^3/h para cada 500 kVA de potência instalada; nos demais casos poderá ter ventilação através de janelas com, no mínimo, 1,0 m^2 para cada 300 kVA de potência instalada;

h) os transformadores deverão ser instalados em locais que permitam a sua ventilação, operação, manutenção e remoção.

4. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

a) os disjuntores de média tensão devem ser do tipo de acionamento automático na abertura. Para o desligamento automático do disjuntor é exigida, no mínimo, a proteção de sobrecorrente, cujo ajuste será função da demanda solicitada pelo consumidor no projeto (que deve ser a mesma constante do contrato). Exceto para a Subestação nº 1, cuja proteção é no lado de baixa tensão e constituída por disjuntor termomagnético em caixa moldada, e para as Subestações nº 3 e 5, cuja proteção será através de chave fusível instalada na média tensão, as demais subestações terão sua proteção geral constituída por disjuntor instalado no lado de média tensão.
Caso a subestação fizer parte integrante da edificação residencial ou comercial somente será permitido o emprego de disjuntores a vácuo ou SF6, não sendo admitido disjuntor a óleo mesmo que hajam paredes de alvenaria e portas corta-fogo. Considera-se como parte integrante da edificação, a subestação que tem alguma parede compartilhada com a edificação e/ou cuja porta de acesso é pela parte interna da edificação.

Os disjuntores de média tensão deverão ter as seguintes características elétricas:

Características elétricas	13,8kV	23,1kV	34,5kV
Uso	interno	interno	interno
Tensão nominal (kV)	15	25	35
Freqüência nominal(Hz)	60	60	60
Corrente nominal mínima (A)	350	350	600
Capacidade de interrupção simétrica mínima (kA)	10	10	8,37

b) a proteção de baixa tensão utilizada na Subestação nº 1 será feita exclusivamente por disjuntor em caixa moldada, com capacidade de interrupção simétrica mínima de 30 kA em 240 VCA, podendo ser exigido pela Cemig valores maiores dependendo da localização da unidade consumidora. O disjuntor deve ser de um modelo aprovado que conste no Manual do Consumidor nº 11;

c) a proteção contra descargas atmosféricas será efetuada por pára-raios com as características constantes da tabela abaixo, a serem instalados conforme os desenhos dos Capítulos 6 a 10, e deverão ser de um dos modelos/fabricantes aprovados para uso nas redes da Cemig.

Características dos pára-raios	13,8kV	23,1kV	34,5kV
Tensão nominal (kV)	12	21	30
Corrente nominal (kA)	10	10	10
Tensão residual máxima para corrente íngrime (10kA - 1μs de frente) - kV	48	84	120
Tensão residual máxima para corrente de descarga Nominal (10kA – 8/20) - kV	43	76	108

Os pára-raios constantes da tabela anterior deverão ter, ainda, as seguintes características:

- invólucro polimérico
- blocos resistores de ZnO – sem centelhadores
- equipado com desligador automático

Quando a subestação possuir saída aérea interna de média tensão (ou seja, há utilização e/ou distribuição interna em média tensão) é obrigatória a utilização de pára-raios nesta saída. A conexão desses dispositivos à malha de terra da subestação deve ser idêntica à dos pára-raios da rede. Esses pára-raios serão instalados e ligados pelo consumidor e deverão ser de sua propriedade. O condutor de ligação dos pára-raios para a terra deverá ser conectado às demais ligações de aterramento e deverá ser de cobre nu, seção mínima 50 mm², com jumper individual para cada pára-raios;

d) não será permitida a instalação de bobina de mínima tensão com operação instantânea atuando no disjuntor geral da instalação. Caso o projetista indique o uso de bobina de mínima tensão, essa deverá possuir operação temporizada e coordenada com o equipamento de proteção instalado na rede no ponto de derivação do ramal de ligação.
A Cemig, entretanto, sugere que tal dispositivo seja instalado junto às cargas.
Em hipótese alguma será admitido o uso de dispositivo de mínima tensão que permita religamento;

e) a critério do projetista, poderão ser previstas outras proteções atuando no disjuntor ou mesmo intertravamentos ligados à operação da unidade consumidora. Nesses casos, no entanto, o projeto a ser apresentado à Cemig deverá conter todas as informações relacionadas a essas atuações, que serão sujeitas a aprovação da Cemig, através de análise da Gerência de Engenharia de Medição e Coordenação da Proteção da Receita – RC/MP;

f) quando houver mais de um transformador instalado na subestação, cada transformador deverá possuir proteção primária individual e uma chave de abertura tripolar sob carga; para transformadores de potência até 300 KVA pode ser instalada proteção geral de baixa tensão por um único disjuntor em caixa moldada, sendo instalada na média tensão apenas a chave de abertura tripolar sob carga. Caso a transformação esteja após a subestação de entrada geral, recomendamos que as proteções dos transformadores sejam conforme os requisitos da NBR 14039. Estas proteções devem estar plotadas no coordenograma que compõe o projeto (ver item 8, página 13-5 do Anexo A);

g) caberá ao engenheiro RT pela execução das instalações da subestação a responsabilidade pelo ajuste do relé que atua na proteção geral. A Cemig fará apenas o acompanhamento desse ajuste e, caso julgue necessário, poderá exigir a verificação do ajuste em campo através de fonte de corrente provida de contator de tempo;

h) em todos os tipos de subestações (exceto para a Subestações nº 1, 3 e 5) o disjuntor deverá ser desligado por bobina de abertura acionada por relé secundário microprocessado (ver item 6.5.2.g, página 2-5 e Anexo A);

i) os eletrodutos contendo a fiação para a proteção secundária deverão ser instalados externamente nas paredes e teto da subestação, não sendo admitida instalação embutida, e deverão ser de aço com diâmetro mínimo de 32mm (11/4”).

5. CAIXAS PARA MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

a) as caixas para instalação de equipamentos de proteção de baixa tensão situados antes da medição devem constar do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).

b) a caixa para instalação da medição (medidor eletrônico) e chave de aferição é a CM-4 (ver capítulo 12) e deve constar do Manual do Consumidor Nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada); dentro dessa caixa CM-4 deverá ser instalada uma tomada de 3(três) pinos para uso da Cemig;

c) imediatamente abaixo da caixa de medição deve ser instalada uma plataforma basculante confeccionada em madeira ou metal, de 500x500 mm, para suportar os equipamentos de leitura (peso máximo de 20 daN) utilizados pela Cemig.

6. ATERRAMENTO

A malha de aterramento da subestação deve ser executada pelo consumidor considerando os critérios seguintes:

a) número mínimo de eletrodos (hastes de aterramento);

- capacidade de transformação da subestação menor ou igual a 150 kVA
  4 (quatro) eletrodos

- capacidade de transformação da subestação maior que 150 kVA e menor que 500 kVA
  8 (oito) eletrodos

- capacidade de transformação da subestação maior ou igual a 500 kVA
  12 (doze) eletrodos

b) a distância entre quaisquer eletrodos deve ser, no mínimo, igual ao comprimento dos eletrodos utilizados (2400 mm para as hastes cantoneiras constantes do Manual do Consumidor nº 11);

c) os eletrodos devem ser interligados por condutor de cobre nu, seção mínima de 50 mm²; a conexão desse condutor às hastes pode ser feita através dos conectores existentes no corpo das hastes ou, alternativamente, por solda exotérmica.

d) as partes metálicas da subestação, tais como carcaças de transformadores, pára-raios, equipamentos, portas, janelas, painel de tela zincado e suportes metálicos, deverão ser ligados diretamente à malha de aterramento através de condutores de cobre nu com bitola mínima de 25 mm²;

e) os eletrodos de aterramento devem ser cravados no solo com sua extremidade superior (incluindo conector ou ponto de solda) acessível para inspeção pela Cemig dentro de uma cava, com o topo de cada haste situada abaixo da linha de acabamento do piso. Cada cava deve ser revestida por argamassa ou tubo de PVC e protegida por tampa de concreto ou ferro fundido, que deve ficar no mesmo nível do acabamento do piso, conforme desenho da página 12-10;

f) além dos pontos de acesso à malha nos locais onde estão cravados os eletrodos, devem ser previstos "rabichos" de 500 mm em vários pontos para prover o aterramento de carcaças de equipamentos, ferragens, telas e como reserva para eventual necessidade de novos pontos de aterramento;

g) além do aterramento de todas as partes metálicas, devem ser conectados à malha de aterramento o condutor neutro proveniente da rede da Cemig, o neutro do(s) transformador(es) e o condutor neutro que será levado à instalação consumidora;

h) a Cemig fará a verificação do valor da resistência de aterramento resultante durante a obra ou durante a vistoria para aceitação da subestação, sendo que o seu valor não deve ultrapassar 10 (dez) ohms (medida em qualquer época do ano); Caso o valor encontrado seja superior a 10 ohms, o consumidor deverá ampliar a malha de forma a se obter o valor especificado; caso necessário, em situações especiais, a Gerência de Medição e Proteção de Receitas deve ser consultada;

i) a ferragem da parte civil da subestação deve ser interligada à malha de aterramento;

j) caso a subestação seja protegida por pára-raios (além daqueles instalados na rede), o aterramento dos mesmos deve ser feito diretamente à malha de aterramento;

k) os eletrodos de aterramento (hastes de aterramento) a serem usados devem ser um dos tipos constantes do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada), edição anual e atualizada, disponível no comércio e nas Agências de Atendimento da Cemig.

7. TIPOS DE SUBESTAÇÕES

7.1 – Subestação nº 1 - Transformador instalado em poste de seção circular 10 x 600 ou 11 x 600

Para fornecimento de demanda de até 300 kW, com um único transformador, e cuja tensão secundária do transformador seja 440/254V ou inferior, de acordo com os desenhos do Capítulo 6.
Nesse tipo de subestação a medição a três elementos será na baixa tensão, e a proteção (exclusiva na baixa tensão) será através de 1 (um) disjuntor em caixa moldada, dimensionados de acordo com a Tabela 1, Capítulo 5.
Esta subestação deverá estar localizada numa área reservada exclusivamente para a sua construção contendo, no mínimo, um raio de 1,5 metros medidos a partir da base do poste onde estiver instalado o transformador.

7.2 – Subestação nº 2 - Medição e proteção com ou sem transformação

Construção em alvenaria para fornecimento de qualquer valor de demanda, com proteção e medição a 3 elementos na média tensão, com ou sem transformador instalado na subestação, de acordo com os desenhos do Capítulo 7.

7.3 – Subestação nº 3 - Cubículo de medição a 3 elementos

O fornecimento através de cubículo de medição a 3 elementos é restrito a:

a - ligação de obras;
b - fornecimento a empresas concessionárias de energia elétrica;

desde que atendidas simultaneamente as seguintes condições:

1 - as cargas da unidade consumidora sejam espalhadas por diversos pontos da propriedade, de forma que é imperativo a instalação de transformadores próximos as mesmas;
2 - deve ser instalada proteção individual para cada transformador;
3 – não pode ter sistema de geração própria;
4 - autorização prévia da Cemig.

A utilização do Cubículo de Medição deve ser conforme os desenhos do Capítulo 8.

7.4 – Subestação nº 4 - Cubículo Blindado

Cubículo metálico, compartimentado, com dispositivos de alívio de pressão e ventilação natural ou forçada, para instalação abrigada ou ao tempo, com proteção na média tensão, podendo a medição ser:

. a 3 (três) elementos na baixa tensão, caso a tensão secundária do único transformador instalado no cubículo seja 460/265V ou inferior (ver item 2, página 3-3), e a demanda máxima da instalação seja 300 kW;

. a 3 (três) elementos na média tensão para os demais casos.

O compartimento destinado à instalação da medição (TC, TP, Medidores, Chaves de Aferição), bem como aqueles que possuem cabos, equipamentos ou barramentos com energia não medida, devem possuir dispositivos para colocação de lacre da Cemig; portanto, o eventual acesso aos mesmos deverá ser acompanhado por funcionário da Cemig.

Essa subestação, quando abrigada, deve ser conforme desenhos das páginas 9-1 a 9-3.

O cubículo blindado do tipo "Metal Clad" ou "Metal Enclosed" em instalação abrigada ou ao tempo está desobrigado de atender às características do Capítulo 9, devendo, entretanto:

- ser apresentado projeto completo do cubículo e ensaios de tipo de Laboratório Oficial. Os ensaios de tipo são os constantes da NBR 6979;
- serem apresentadas as ART referentes a projeto e montagem elétrica da subestação;
- ser provido de dispositivo para selo nos compartimentos com energia não medida e no compartimento de medição, em pelo menos 2 (dois) pontos cada.

7.5 – Subestação nº 5 – Medição, proteção e transformação

Construção em alvenaria para fornecimento através de um transformador com potência mínima de 75kVA e potência máxima de 300kVA, com proteção através de chave fusível e medição a 3 elementos na média tensão, com transformador instalado na subestação, de acordo com os desenhos do Capítulo 7.

7.6 – Subestação nº 6 - Cubículo Blindado instalado em carreta (Subestação Móvel)

Subestação constituída por cubículo blindado, de acordo com o item 7.4, página 4-10, porém com o(s) transformador (es) incorporado (s) no(s) compartimento(s) do cubículo, para demandas de até 500 kVA, e cuja utilização deve ser de acordo com contrato específico a ser firmado entre o consumidor e a Cemig.

No local onde a carreta estiver estacionada para fornecimento de energia elétrica deverá ser construído um sistema de aterramento conforme descrito no item 6 da página 4-8.

Na utilização dessa subestação para ligações provisórias o compartimento para instalação de medição não será utilizado.

Esse tipo de subestação deve possuir aprovação da Gerência de Medição e Proteção de Receitas - RC/MP.

7.7 – Subestação nº 1 e nº 2 compartilhada

Em relação às subestações individuais nº 1 e nº 2, opcionalmente poderá ser construída a subestação compartilhada conforme os desenhos constantes das páginas 6-7 e 7-4, respectivamente.

Para a construção da subestação compartilhada, as seguintes condições deverão ser atendidas:

a) todas as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento deverão ter carga instalada acima de 75kW;
b) as unidades consumidoras deverão ter CGC e processos produtivos diferentes e independentes;
c) a subestação deverá ser construída num local de comum acesso e não poderá ter nenhuma separação física entre as unidades consumidoras envolvidas no compartilhamento.

8. BARRAMENTOS

a) nas subestações em que se usar barramentos, esses devem ser de cobre nu, de seção transversal de qualquer formato, porém de seção mínima condutora de acordo com as Tabelas 2 e 4, Capítulo 5;

b) a Tabela 3, Capítulo 5, mostra os afastamentos mínimo e recomendado para os barramentos de média tensão;

c) nas emendas e derivações dos barramentos devem ser usados conectores apropriados ou solda tipo exotérmica, não sendo admitido o uso de outro tipo de solda;

d) os barramentos deverão ser pintados nas seguintes cores:

- FASE A : Vermelha
- FASE B : Branca
- FASE C : Marron
- NEUTRO : Azul

9. NOTAS DIVERSAS

a) todos os tipos de subestações (exceto Subestações nº 1 e 3) devem possuir iluminação; para suprir a energia necessária para iluminação e tomadas, deverá ser instalado um transformador auxiliar (monofásico ou não) caso a subestação da instalação consumidora seja apenas de medição e proteção e o(s) transformador(es) esteja(m) situado(s) distante(s) da mesma, ou um transformador de potencial após a medição da Cemig para suprir a energia necessária para iluminação e tomadas.
As subestações devem ser providas de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2(duas) horas (exceto Subestações nº 1 e 3);

b) caberá ao consumidor manter a subestação com disponibilidade para inspeção da Cemig sempre que solicitado;

c) recomenda-se ao consumidor programar a manutenção dos equipamentos de proteção e transformação de sua propriedade de acordo com as orientações dos fabricantes desses equipamentos. Quando da execução dos serviços de limpeza ou manutenção na subestação ou nos equipamentos, o cliente deverá comunicar, por escrito, à Cemig;

d) o consumidor deve possuir funcionários capacitados para os trabalhos que se fizerem necessários na subestação ou nos equipamentos elétricos em geral, bem como possuir normas de segurança que prescrevam que os locais dos mesmos apresentam risco de morte, a metodologia a ser adotada como "controle de risco" e os EPI e EPC mínimos a serem utilizados; caso se mostre mais viável, o consumidor pode contratar o serviço de terceiros, através de empresas especializadas, para os serviços de manutenção necessários;

e) o consumidor deve, ao solicitar a ligação de obra (quando então é apresentado o projeto e ART de Projeto e Execução), obter esclarecimentos na Agência de Atendimento da Cemig sobre necessidade de contrato e tipo de tarifa e medições especiais aplicáveis ao fornecimento de energia às suas instalações, considerando o regime de operação de suas cargas, bem como solicitar também a diretriz para o atendimento definitivo;

f) caso seja do interesse do consumidor, nos casos onde se aplica a tarifação horo-sazonal, pode ser fornecida pela Cemig a saída de pulsos para controle de demanda ou para outras funções; as Agências de Atendimento da Cemig, com base nas informações contidas na ND-5.26 e relatórios complementares, estão aptas a prestar as informações necessárias;

g) ainda exclusivamente para as instalações consumidoras cuja medição utiliza REP ou Medidor eletrônico com memória de massa, o consumidor pode solicitar à Cemig, através das Agências de Atendimento, o fornecimento de relatório contendo os dados relativos a sua curva de carga, sendo o custo deste cobrado do consumidor;

h) em qualquer tipo de subestação é vetada a instalação de dispositivos ou equipamentos que não sejam destinados ou relacionados à proteção geral de média tensão ou baixa tensão , medição da Cemig e transformação, tais como banco de capacitores, quadro de baixa tensão, controladores de demanda, etc.

i) é responsabilidade do consumidor manter a iluminação, pára-raios, aterramento, dispositivos de proteção e demais materiais, dispositivos e equipamentos da subestação em condições de plena operação;

j) na porta de acesso às subestações nº 2, 3, 4 e 5 deve ser fixada placa com os dizeres " PERIGO DE MORTE – MÉDIA TENSÃO "; essa porta deve ser porta corta fogo de classe P-90 (resistente ao fogo por 3 horas) e ser de abertura para a parte externa da subestação;

k) em todas as subestações, exceto Subestações nº 1 e 3 , devem ser instalados extintores de gás carbônico (CO2) com capacidade mínima de 6kg, próximo à porta da subestação do lado de fora da mesma; esse extintor deverá ser protegido contra os intempéries da natureza;

l) o condutor neutro no circuito de baixa tensão deverá ser identificado através da cor azul do seu isolamento;

m) se for utilizado condutor flexível, deverá ser estanhada a ponta dos condutores, para boa conexão ao disjuntor; opcionalmente, nas pontas dos condutores poderão ser utilizados terminais de encapsulamento de cobre;

n) os no-break para instalação em caixa modular com relé deverão possuir potência mínima de 1000VA;

o) se dentro das Subestações nº 2, 4 ou 5 conter líquido isolante , deverá ser previsto tanque de contenção desse líquido; opcionalmente poderá ser construído piso impermeável como depósito do líquido isolante em substituição ao tanque de contenção se dentro dessas subestações não tiver mais do que 3(três) transformadores e esses transformadores ou outros equipamentos conterem , cada um deles, menos de 100(cem) litros de líquido isolante.

Tabela 1

DIMENSIONAMENTO DA SUBESTAÇÃO Nº 1 (MEDIÇÃO E PROTEÇÃO NO LADO DE BAIXA TENSÃO)

TRANSFORMADOR		MEDIDOR ELETRÔNICO (3 ELEMENTOS) CORRENTE NOMINAL/ CORRENTE MÁXIMA (A)	TRANSFORMADORES DE CORRENTE F.T. = 2 RELAÇÃO	DISJUNTOR CORRENTE NOMINAL (A) (Capacidade Mínima de interrupção de cc de 30 kA)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO			ATERRAMENTO		
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	TENSÃO SECUNDÁRIA (V)				CONDUTOR POR FASE E NEUTRO Cu/PVC SEÇÃO (mm²)	ELETRODUTO DIÂMETRO NOMINAL (mm)		CONDUTORES DE Cu - ATERRAMENTO E DE INTERLIGAÇÃO DAS HASTES - SEÇÃO (mm²)	Nº MÍNIMO DE HASTES (UN)	MAIOR VALOR ADMISSÍVEL PARA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO (Ω)
						PVC	AÇO			
75	220/127	2,5 / 10 OU 2,5 / 20	200-5	Dimensionar Conforme Nota 19 da Página 6-9	120	75	65	50	4	10
	380/220		200-5		50	50	40			
	440/254		200-5		50	50	40			
112,5	220/127		200-5		240	110	100			
	380/220		200-5		95	75	65			
	440/254		200-5		95	75	65			
150	220/127		400-5		2 x 150	2 x 85	2 x 80			
	380/220		200-5		185	110	100			
	440/254		200-5		120	75	65			
225	220/127		400-5		2 x 240	2 x 110	2 x 100		8	
	380/220		200-5		2 x 120	2 x 75	2 x 65			
	440/254		200-5		240	110	100			
300	220/127		600-5		3 x 240	3 x 110	3 x 100			
	380/220		400-5		2 x 240	2 x 110	2 x 100			
	440/254		400-5		2 x 150	2 x 85	2 x 80			

Tabela 2

DIMENSIONAMENTO DE BARRAMENTO DE BAIXA TENSÃO

CORRENTE I (A)	SEÇÃO MÍNIMA DAS BARRAS DE COBRE S (mm²)
ATÉ 300	181
DE 301 A 400	211
DE 401 A 450	241
DE 451 A 500	272
DE 501 A 600	302
DE 601 A 675	332
DE 676 A 750	403
DE 751 A 900	483
DE 901 A 1200	665
DE 1201 A 1500	907
DE 1501 A 1800	1109
DE 1801 A 2100	1210
Acima de 2100	S (NOTA 1)

NOTA:

1 - S deve ser tal que $\frac{I}{S} \leq 2$

Tabela 3

AFASTAMENTO DOS BARRAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

TENSÃO NOMINAL (kV)	ÁREA							
	ABRIGADA				AO TEMPO			
	FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)		FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)	
	MÍNIMO	RECOMEN-DADO	MÍNIMO	RECOMEN-DADO	MÍNIMO	RECOMEN-DADO	MÍNIMO	RECOMEN-DADO
13,8	150	200	115	150	170	300	130	200
23,1	270	350	190	250	380	500	260	350
34,5	390	500	265	350	590	700	390	500

NOTA:

1 - Para cubículos blindados podem ser adotados outros valores.

Tabela 4

DIMENSIONAMENTO DE BARRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO

CORRENTE I (A)	SEÇÃO MÍNIMA - COBRE NU S (mm²)
ATÉ 21	20
DE 21 A 100	50
ACIMA DE 100	S (NOTA 1)

NOTA:

1 - S deve ser tal que $\frac{I}{S} \leq 2$.

Tabela 5

DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 13,8kV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA	
	FT = 1	FT = 1,5
5-5	ATÉ 100	ATÉ 100
10-5	DE 100 A 200	DE 100 A 300
15-5	DE 150 A 300	DE 150 A 400
20-5	DE 200 A 400	DE 200 A 600
25-5	DE 250 A 500	DE 250 A 750
30-5	DE 300 A 600	DE 300 A 900
40-5	DE 400 A 800	DE 400 A 1200
50-5	DE 500 A 1000	DE 500 A 1500
75-5	DE 750 A 1500	DE 750 A 2250
100-5	DE 1000 A 2000	DE 1000 A 3000
150-5	DE 1500 A 3000	DE 1500 A 4500
200-5	DE 2000 A 4000	DE 2000 A 6000
300-5	DE 3000 A 6000	DE 3000 A 9000
400-5	DE 4000 A 8000	DE 4000 A 12000

Tabela 6

DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 13,8kV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
70 : 1	A TRÊS ELEMENTOS

Tabela 7

DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 23,1kV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA	
	FT = 1	FT = 1,5
5-5	ATÉ 170	ATÉ 170
10-5	DE 170 A 340	DE 170 A 510
15-5	DE 255 A 510	DE 255 A 765
20-5	DE 340 A 680	DE 340 A 1020
25-5	DE 425 A 850	DE 425 A 1275
30-5	DE 510 A 1020	DE 510 A 1530
40-5	DE 680 A 1360	DE 680 A 2040
50-5	DE 850 A 1700	DE 850 A 2550
75-5	DE 1275 A 2550	DE 1275 A 3825
100-5	DE 1700 A 3400	DE 1700 A 5100
150-5	DE 2550 A 5100	DE 2550 A 7650
200-5	DE 3400 A 6800	DE 3400 A 10200
300-5	DE 5100 A 10200	DE 5100 A 15300
400-5	DE 6800 A 13600	DE 6800 A 20400

Tabela 8

DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 23,1kV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
120 : 1	A TRÊS ELEMENTOS

Tabela 9

DIMENSIONAMENTO DO TC DE MEDIÇÃO EM 34,5kV

TRANSFORMADOR DE CORRENTE RELAÇÃO A A	DEMANDA kVA
	FT = 1,5
5 – 5	ATÉ 275
10-5	DE 275 A 820
25-5	DE 650 A 1950
50-5	DE 1340 A 4000
100-5	DE 2680 A 8060
200-5	DE 5350 A 16000
400-5	DE 10740 A 32200

Tabela 10

DIMENSIONAMENTO DO TP DE MEDIÇÃO EM 34,5kV

TRANSFORMADOR DE POTENCIAL RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO	MEDIÇÃO
175:1	A TRÊS ELEMENTOS

Tabela 11

DIMENSIONAMENTO DOS ELOS FUSÍVEIS PRIMÁRIOS EM 13,8kV
(CHAVE DE DERIVAÇÃO)

DEMANDA (kVA)	ELO FUSÍVEL	CHAVE IN (A)
Até 15	1 H	100
Até 30	2 H	100
Até 45	3 H	100
Até 75	5 H	100
Até 112,5	6 K	100
Até 150	8 K	100
Até 225	12 K	100
Até 300	15 K	100
Até 500	25 K	100
Até 750	40 K	100
Até 1000	50 K	100
Até 1500	80 K	100
Até 2000	100 K	200
Até 2500	140 K	200

Tabela 12

DIMENSIONAMENTO DOS ELOS FUSÍVEIS PRIMÁRIOS EM 23,1kV

(CHAVE DE DERIVAÇÃO)

DEMANDA (kVA)	ELO FUSÍVEL	CHAVE IN (A)
Até 15	3 H	100
Até 30	3 H	100
Até 45	3 H	100
Até 75	3 H	100
Até 112,5	5 H	100
Até 150	5 H	100
Até 225	8 K	100
Até 300	10 K	100
Até 500	15 K	100
Até 750	25 K	100
Até 1000	30 K	100
Até 1500	50 K	100
Até 2000	65 K	100
Até 2500	80 K	100

Tabela 13

DIMENSIONAMENTO DOS ELOS FUSÍVEIS PRIMÁRIOS EM 34,5kV
(CHAVE DE DERIVAÇÃO)

DEMANDA (kVA)	ELO FUSÍVEL	CHAVE IN (A)
Até 15	1 H	100
Até 30	1 H	100
Até 45	2 H	100
Até 75	2 H	100
Até 112,5	3 H	100
Até 150	5 H	100
Até 225	6 K	100
Até 300	8 K	100
Até 500	12 K	100
Até 750	15 K	100
Até 1000	25 K	100
Até 1500	30 K	100
Até 2000	50 K	100
Até 2500	65 K	100

Tabela 14

DIMENSIONAMENTO DE CHAVES PRIMÁRIAS

(CHAVE DE DERIVAÇÃO)

DEMANDA (kVA)		CHAVE / IN (A)	
RDA CONVENCIONAL E RDA PROTEGIDA	ATÉ 1.500	FUSÍVEL	100
	ATÉ 2.500	FUSÍVEL	200
RDA	ATÉ 2. 700	CHAVE INTERRUPTORA TRIPOLAR 15 kV-ISOLADA (SF6)	200
ISOLADA	ATÉ 8. 600	CHAVE INTERRUPTORA TRIPOLAR 15 kV-ISOLADA (SF6)	400 / 630
RDS	ATÉ 2. 700	CHAVE CONVENCIONAL LDTP-SEAT 25 kV	200
RADIAL	ATÉ 8. 600	CHAVE INTERRUPTORA TRIPOLAR 15 kV-ISOLADA (SF6)	400 / 630

Tabela 15

DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES
RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 13,8kV

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-8,7/15kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 50 + 3/8P	4.200
3 x 1 x 120 + 3/8P	7.000
3 x 1 x 185 + 3/8P	9.200

Obs.:

1 - S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor mensageiro
2 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 8,7/15kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
25	3.100
35	3.700
50	4.300
70	5.400
95	6.500
120	7.300
150	8.300
240	10.800

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL
2	3.600
1/0	4.800
4/0	7.500
336,4	10.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 8,7/15kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	4972
150	9919

Obs.:

1 – Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2 – Os condutores de alumínio NU (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente poderão, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

Tabela 16

DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES
RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 23,1kV

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-15/25kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 50 + 3/8P	10.082
3 x 1 x 120 + 3/8P	17.524

Obs.:

1 - S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor mensageiro
2 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 15/25kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	3.300
70	4.100
95	4.900
120	5.600
150	6.300
185	7.100
240	8.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL
2	3.600
1/0	4.800
4/0	7.500
336,4	10.200

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 15/25kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	8242
150	16404

Obs.:

1 – Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2 – Os condutores de alumínio NU (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente poderão, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

Tabela 17

DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES
RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA – 34,5kV

CONDUTOR DE ALUMÍNIO ISOLADO EPR/XLPE-20/35kV	
CABO MULTIPLEXADO FORMAÇÃO (3x1xS + S1)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
3 x 1 x 70 + 3/8P	18.703

Obs.:

1 - S = seção dos condutores fase S1 = seção do condutor mensageiro
2 - Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C

CABOS 20/35kV CONDUTOR DE COBRE ISOLADO EPR/XLPE	
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
50	6000
70	7600
95	9100
120	10300
150	11700
185	13100
240	15300

CONDUTOR DE ALUMÍNIO NU (CAA) (Nota 2)	
BITOLA (AWG)	kVA MÁXIMO ADMISSÍVEL (30° elevação)
2	9023
1/0	12130
4/0	19002
336,4	25814

CONDUTOR DE ALUMÍNIO PROTEGIDO (SPACER) – 20/35kV (Nota 2)	
SEÇÃO (mm²)	KVA MÁXIMO ADMISSÍVEL A 90° C
70	14580
150	23603

Obs.:

1 – Valores de corrente referidos à temperatura ambiente de 30° C;
2 – Os condutores de alumínio NU (CA) e de alumínio protegido (SPACER) somente poderão, opcionalmente, serem utilizados como ramal de ligação e ramal de entrada na Subestação nº 1 localizada em área rural e cuja rede Cemig seja construída com esses condutores.

Tabela 18

MUFLAS TERMINAIS – 15, 25 ou 35 kV

Para instalação de cabos isolados de média tensão (EPR / XLPE) devem ser utilizados terminais unipolares de média tensão conforme a tabela abaixo :

TERMINAIS UNIPOLARES DE MÉDIA TENSÃO 15, 25 ou 35 kV	
INSTALAÇÃO EXTERNA	INSTALAÇÃO INTERNA
TERMOCONTRÁTEIS (c/saia)	TERMOCONTRÁTEIS
DE PORCELANA	DE PORCELANA
MODULARES (c/saia)	MODULARES
CONTRÁTEIS A FRIO (c/saia)	CONTRÁTEIS A FRIO
----	ENFAIXADOS
TERMINAL DESCONECTÁVEL RETO (TDR)	-----

Tabela 19

DIMENSIONAMENTO DE FUSÍVEL PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (15 kV) (ver item 4-g, página 4-5)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	6
112,5	8
150	10
225	16
300	25
500	40
750	63
1000	80

Tabela 20

DIMENSIONAMENTO DE FUSÍVEL PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO COM ABERTURA SOB CARGA (25 kV) (ver item 4-g, página 4-5)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	4
112,5	6
150	8
225	10
300	16
500	25
750	32
1000	50

Tabela 21

DIMENSIONAMENTO DE FUSÍVEL PARA CHAVE DE PROTEÇÃO DE MÉDIA TENSÃO (35 kV) (ver item 4-g, página 4-5)	
POTÊNCIA NOMINAL (kVA)	FUSÍVEL MT - CORRENTE NOMINAL IN (A)
75	4
112,5	4
150	6
225	8
300	10
500	16
750	25
1000	32

Tabela 22

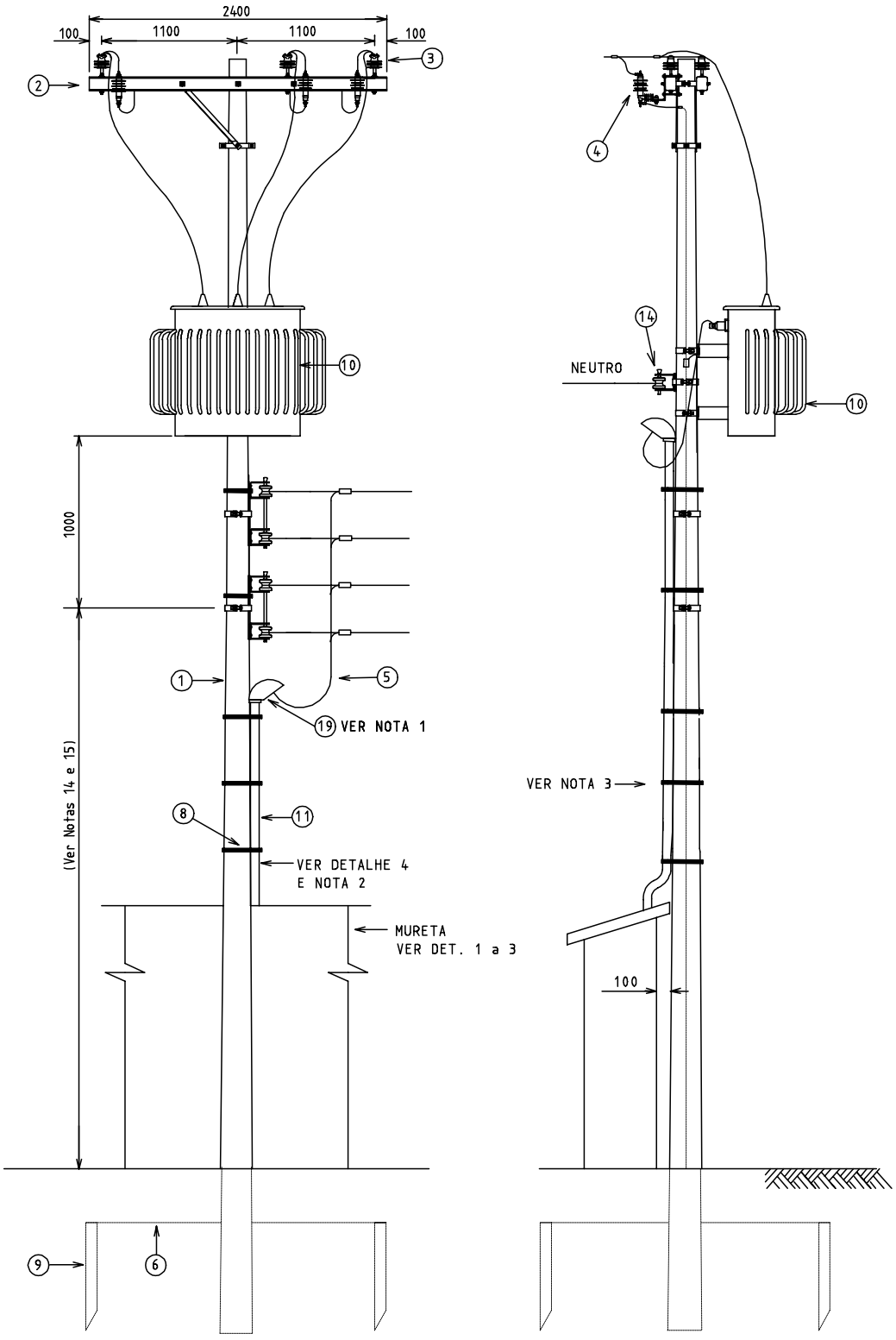
LIMITES MÁXIMOS DE POTÊNCIA DE MOTORES

TIPO DO MOTOR	TENSÃO NOMINAL DO CIRCUITO	TIPO DE LIGAÇÃO	PARTIDA DIRETA	ROTOR EM GAIOLA - DISPOSITIVOS AUXILIARES DE PARTIDA							ROTOR BOBINADO
				CHAVE SÉRIE PARALELO	CHAVE ESTRELA TRIÂNGULO	COMPENSADOR DE PARTIDA			RESISTÊNCIA OU REATÂNCIA PRIMÁRIA		
						50 %	65 %	80 %	70 %	85 %	
MOTOR MONOFÁSICO	13,8 / $\sqrt{3}$ ou 23,1 / $\sqrt{3}$ ou 34,5 / $\sqrt{3}$ kV	**FASE-NEUTRO (1)**	10 CV	15 CV		15 CV	15 CV	12,5 CV	15 CV	12,5 CV	
MOTOR TRIFÁSICO	13,8 ou 23,1 ou 34,5kV	TRIFÁSICA (1)	50 CV	125 CV	100 CV	125 CV	75 CV	60 CV	75 CV	60 CV	60 CV

(1) - ATENDIMENTO ATRAVÉS DE TRANSFORMADOR EXCLUSIVO

SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO Nº 1)

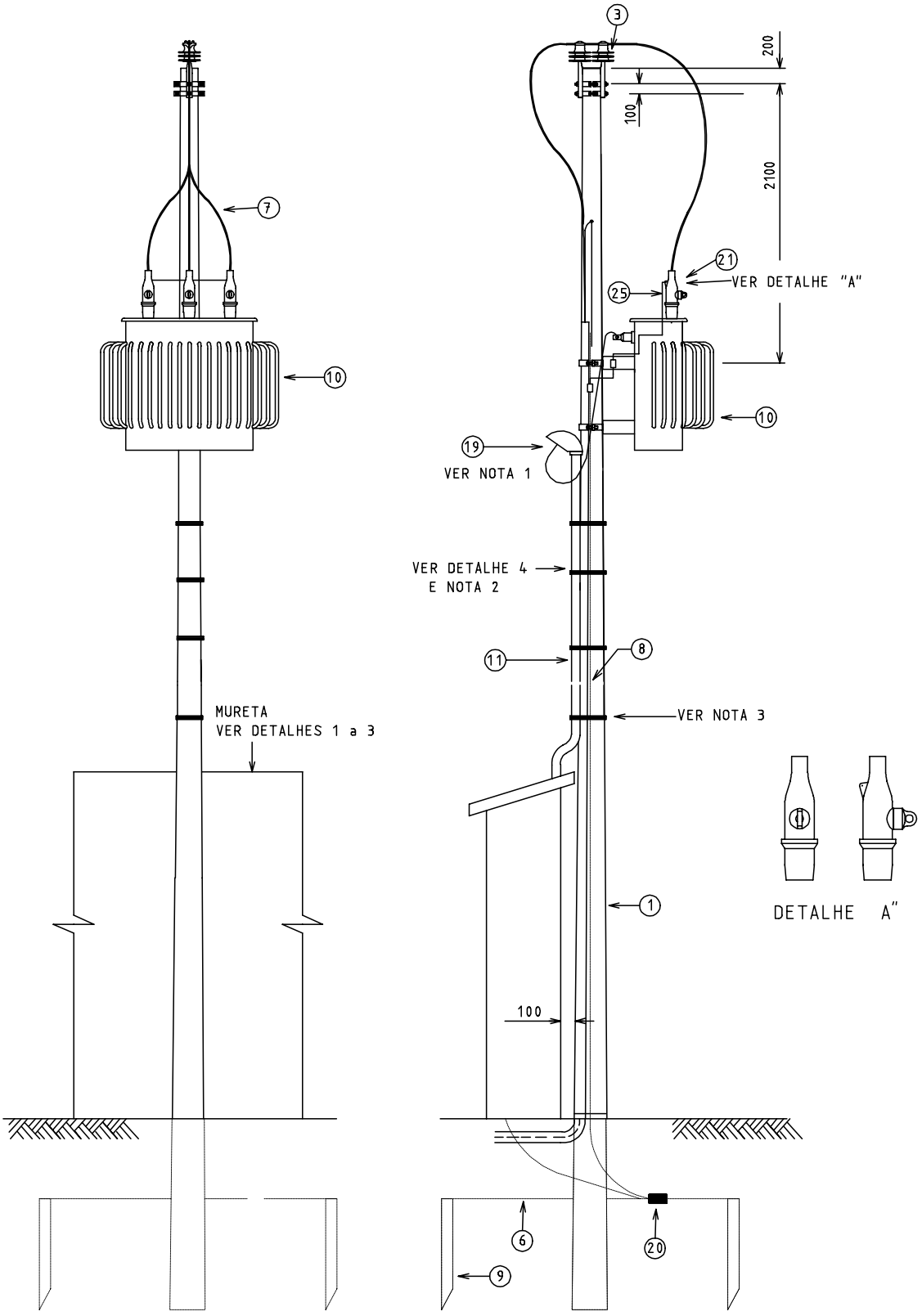
RAMAL DE LIGAÇÃO CONVENCIONAL E SAÍDA AÉREOS PARA ATENDIMENTO RURAL – RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO



Obs.:
1 – dimensões em milímetros.

SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 2)

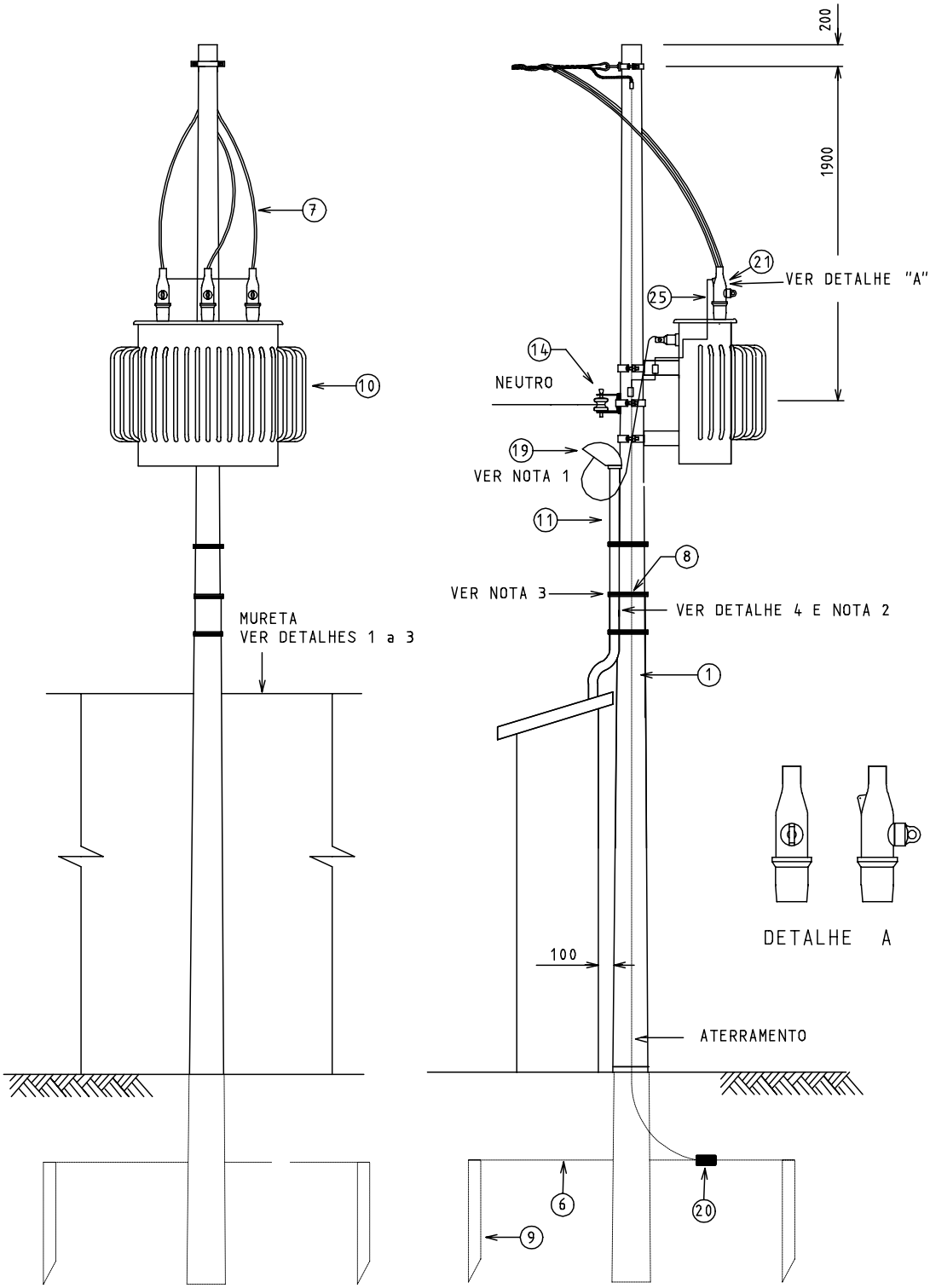
RAMAIS DE LIGAÇÃO OU DE ENTRADA E SAÍDA SUBTERRÂNEA – RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO



Obs.:
1 – dimensões em milímetros.

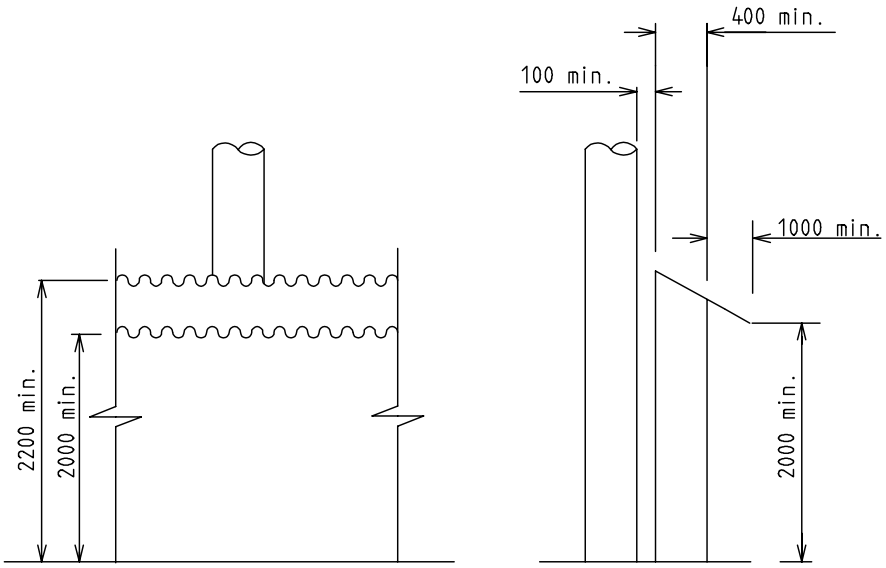
SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 3)

RAMAL DE LIGAÇÃO AÉREO COM CABO ISOLADO, RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E RAMAL DE SAÍDA SUBTERRÂNEO

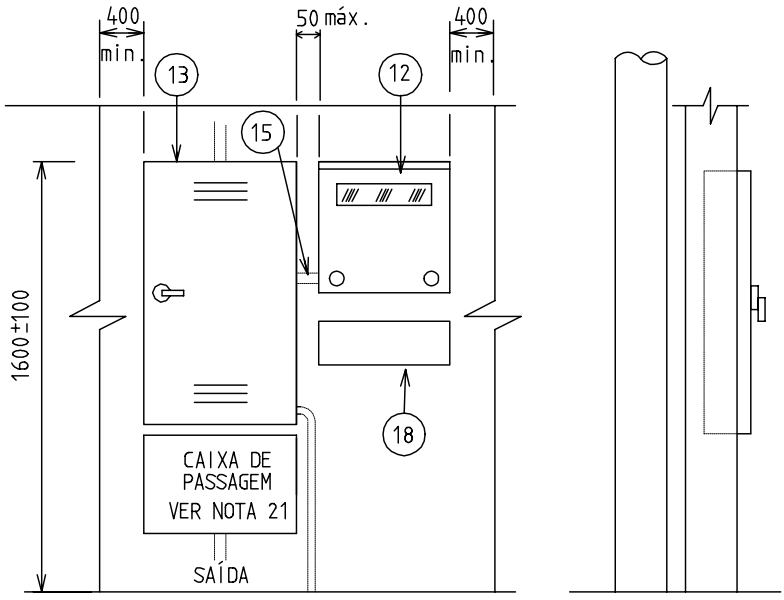


Obs.:
1 – dimensões em milímetros.

SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 4)



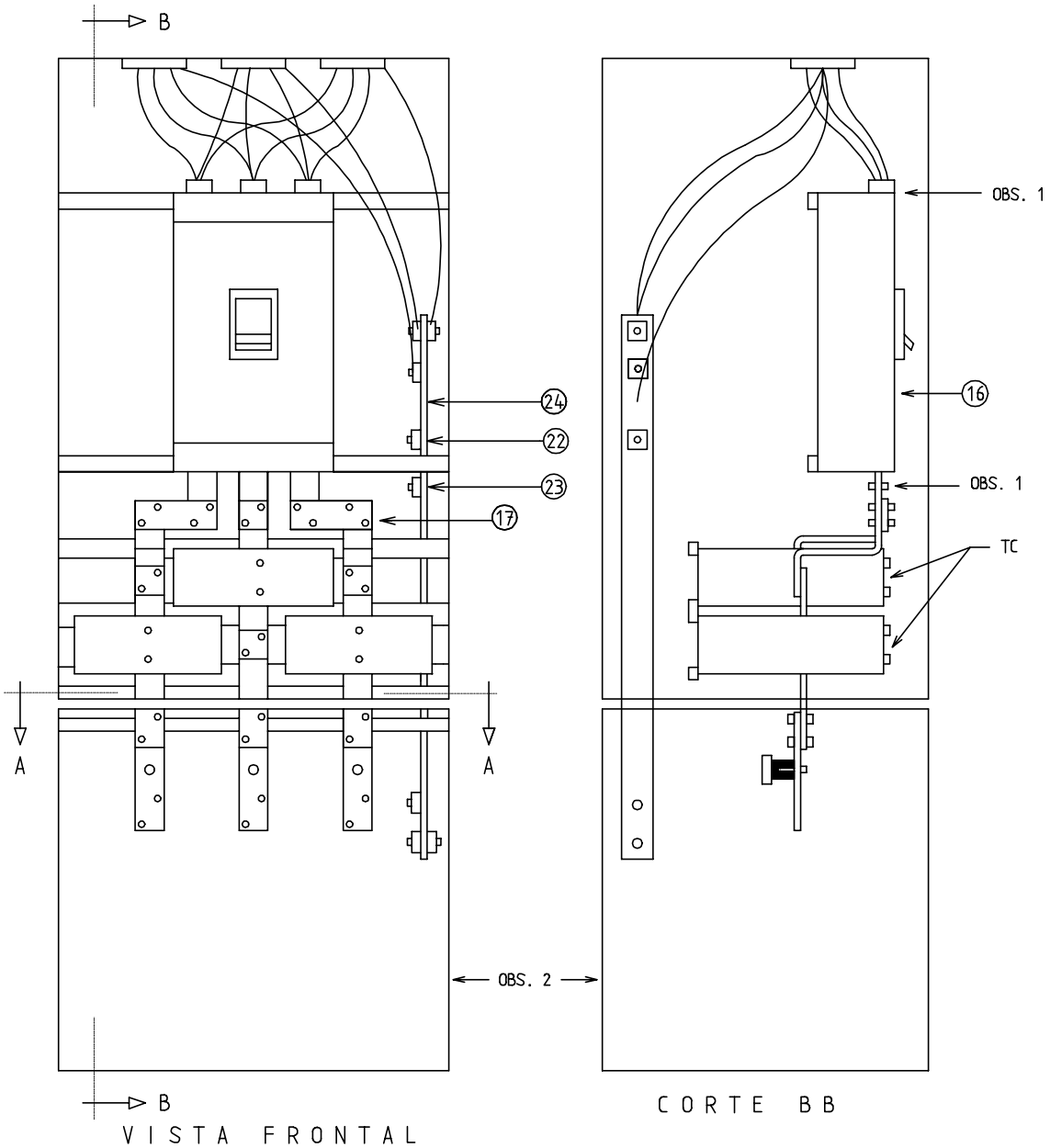
DETALHE "1"

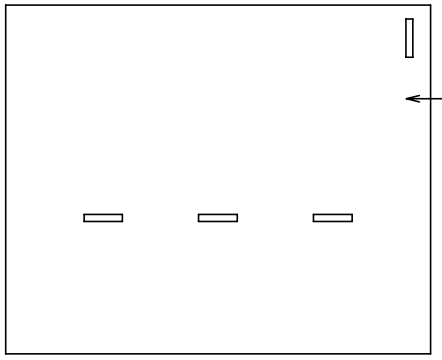


DETALHE "2"

Obs.:
1 – a posição da mureta deve seguir o disposto no item 2.g, página 3-3;
2 – dimensões em milímetros.

SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 5)
DETALHE 3 – MONTAGEM DA CAIXA CM-9 OU CM-18
(DISJUNTOR ATÉ 800A E TC ATÉ 1000/5A)





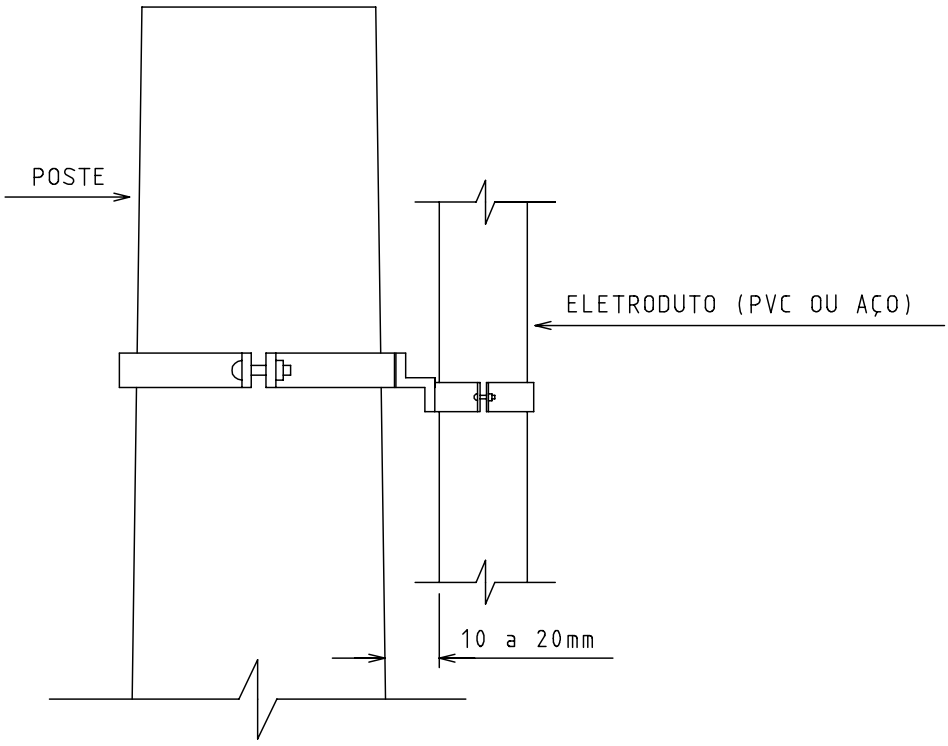
CORTE AA

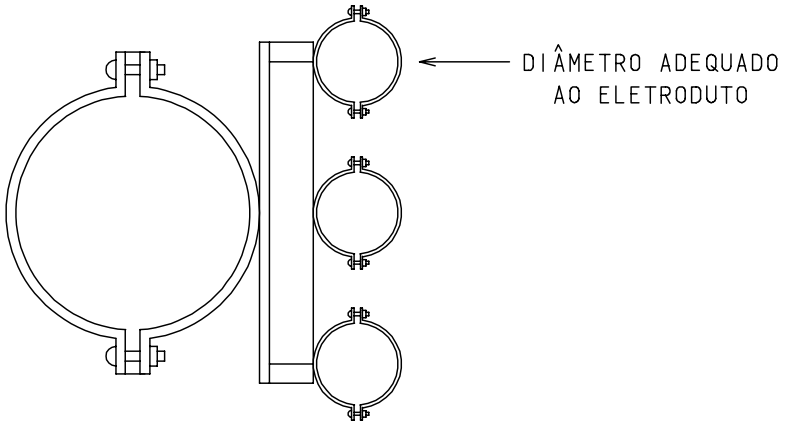
OBS:

1 – Pontos para amostragem de tensão para a medição (parafuso de máquina com 1 arruela comum e 1 de pressão). Para consumidor irrigante utilizar ponto superior.
2 – Caixa de Passagem (VER NOTA 21)

SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 6)

DETALHE 4 – SUPORTE PARA 2 OU 3 ELETRODUTOS

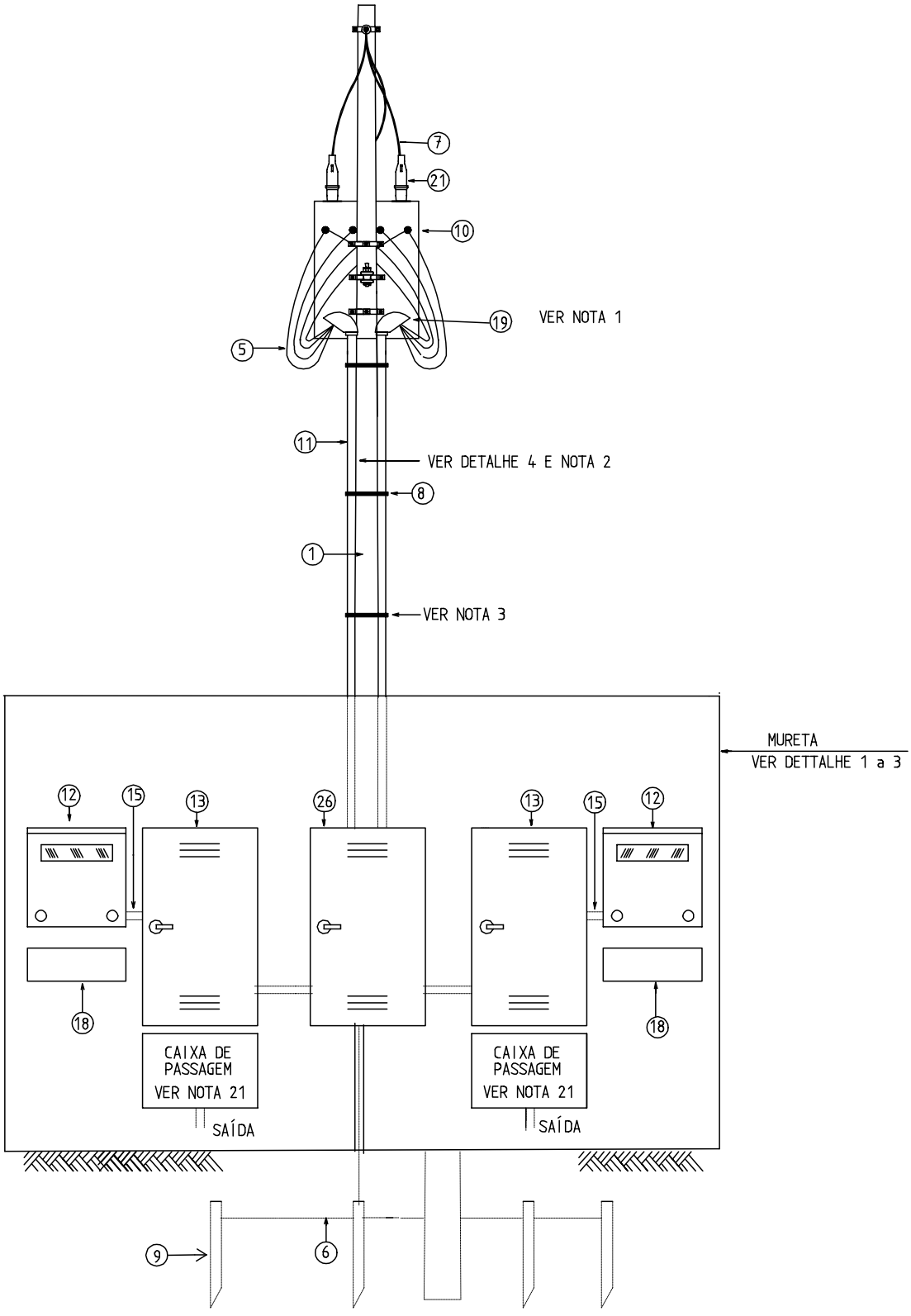




Obs.:

1 – Toda ferragem deve ser zincada por imersão a quente.

SUBESTAÇÃO Nº1
(DESENHO 7)
SUBESTAÇÃO COMPARTILHADA
(SAÍDA SUBTERRÂNEA)



Obs.:
1 – a posição da mureta deve seguir o disposto no item 2.g, página 3-3.

LEGENDA

(SUBESTAÇÃO nº 1 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

01	poste de concreto 600 daN (mínimo) (Notas 13, 14 e 15) - seção circular
02	cruzeta de madeira de 2,40 m seção transversal 90 x 115 mm
03	isolador de pino polimérico para 15 ou 25 ou 35 kV
04	pára-raios para sistema aterrado 15 ou 25 ou 35 kV - neutro aterrado
05	condutor de cobre isolamento PVC, 750 V (Conforme Tabela 1)
06	cabo de cobre nu 50 mm² p/aterramento
07	cabo isolado conforme as Tabelas 15, 16 e 17
08	Arame de aço galvanizado nº 14 (ver Nota 3)
09	Haste de aço zincada tipo cantoneira de 2400-25x25x5mm(Conforme Tabela 1)
10	transformador trifásico Primário Delta – Secundário Estrela com bucha primária em epóxi para condutor isolado, exceto para o transformador instalado na área rural com ramal de ligação convencional (nu)
11	eletroduto de aço ou PVC (conforme Tabela 1)
12	caixa para medidor polifásico sem disjuntor (CM-4)
13	caixa para disjuntor, transformadores de corrente e barramentos (CM-9); quando a montagem for com condutor de 240mm², utilizar a caixa CM-18
14	armação secundária de 1 estribo com roldana
15	eletroduto de PVC ou de aço ou niple com diâmetro de 32mm
16	disjuntor termomagnético tripolar In-kA (Conforme Tabela 1)
17	barramento de cobre, isolado, de baixa tensão (seção em mm²) (Conforme Tabela 2); todos os barramentos deverão ser isolados;
18	plataforma basculante 500x500mm
19	cabeçote para eletroduto conforme Tabela 1
20	conector térmico CA/CAA – 2AWG-CA – 50mm²
21	Terminal Desconectável Reto (TDR) para 15 ou 25 ou 35 kV
22	conector para interligar o condutor de proteção de 10mm² (cor verde ou verde/amarelo de seu isolamento de fábrica) entre a caixa CM-9 e a caixa CM-4
23	conector para ser utilizado no condutor de aterramento
24	barramento de cobre, nu, de baixa tensão, fixado na estrutura da caixa CM-9 e instalado em sentido contrário à instalação da caixa CM-4
25	fio de cobre nu, 2,5mm² , para aterramento do ramal de ligação ou do ramal de entrada
26	caixa CM-10 com barramentos e conexões isolados

NOTAS

(SUBESTAÇÃO nº1 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

1. para os fornecimentos com transformador de 75kVA e com transformador de 112,5kVA com as tensões secundárias de 380/220V e 440/254V deverá ser utilizado cabeçote de alumínio ou de PVC para evitar a entrada de água dentro da caixa de proteção geral. Para os demais fornecimentos poderá, opcionalmente, ser utilizada massa de calafetar;

2. deverá ser usado o suporte mostrado no detalhe 4, página 6-6, sempre que se utilizar mais de 2 (dois) eletrodutos. Para as montagens com até dois eletrodutos poderá ser usado o suporte da página 6-6 ou amarrações do tipo bandagem;

3. Devem ser previstas 3 amarrações, no mínimo de 8 voltas cada;

4. para a montagem da caixa CM-9 (ver detalhe 3, página 6-5) a Cemig deverá permitir o acesso aos TC que serão utilizados para que a montagem dos barramentos possa ser executada com as medidas corretas;

5. a instalação dos TC (na caixa CM-9) será executada pela Cemig na presença do responsável pela montagem de forma que, eventuais alterações que se façam necessárias sejam analisadas e comunicadas no local;

6. nas emendas de barramentos os pontos de contatos devem ser "prateados" para assegurar uma boa conexão;

7. em algumas montagens será necessário o uso de bornes superiores especiais no disjuntor para a conexão dos cabos indicados na Tabela 1; em hipótese alguma será permitida a conexão de mais de um condutor em cada orifício do borne do disjuntor;

8. os bornes inferiores do disjuntor devem ser adequados para conexão a barramento;

9. caso seja utilizado disjuntor com regulagem de atuação térmica e/ou magnética o acesso a esses ajustes não é permitido após a selagem do espelho da caixa;

10. para a montagem mostrada no detalhe 2, página 6-4, a saída é subterrânea após a medição;

11. o detalhe 3, página 6-5, está em escala de 1 : 10 e considera disjuntor de 800 A e TC 1000 : 5 A; serão admitidas alterações desde que não alterem a funcionalidade da montagem proposta;

12. os eletrodutos de entrada (quando não for usado cabeçote) bem como a região onde os mesmos entram na parte superior da mureta devem ser vedados com massa para calafetar (fabricação 3M ou similar);

13. 0 poste deverá ser de concreto,seção circular, com resistência mecânica de, no mínimo, 600daN;

14. para locais com trânsito exclusivo de pedestre o poste pode ser de 10 m (mínimo) e a distância dos condutores de baixa tensão ao solo deve ser 3,50 m;

15. para locais com trânsito de veículos o poste deverá ser de 11 m (mínimo) e a distância dos condutores de baixa tensão ao solo deve ser 5,00;

16. aterramento deverá ser conforme item 6, página 4-8;

17. essa subestação considera transformadores com peso máximo de 150 daN ou 1500 kgf;

18. o vão entre a última estrutura da rede e a subestação deverá ter comprimento máximo de 30(trinta) metros correspondente ao ramal de ligação;

19. o disjuntor deverá ser dimensionado conforme a seguinte fórmula:

$$I_{máximo} = \frac{\text{Demanda Contratada (kW)} \times 1{,}1}{0{,}92 \times 1{,}73 \times V_{ff}}$$

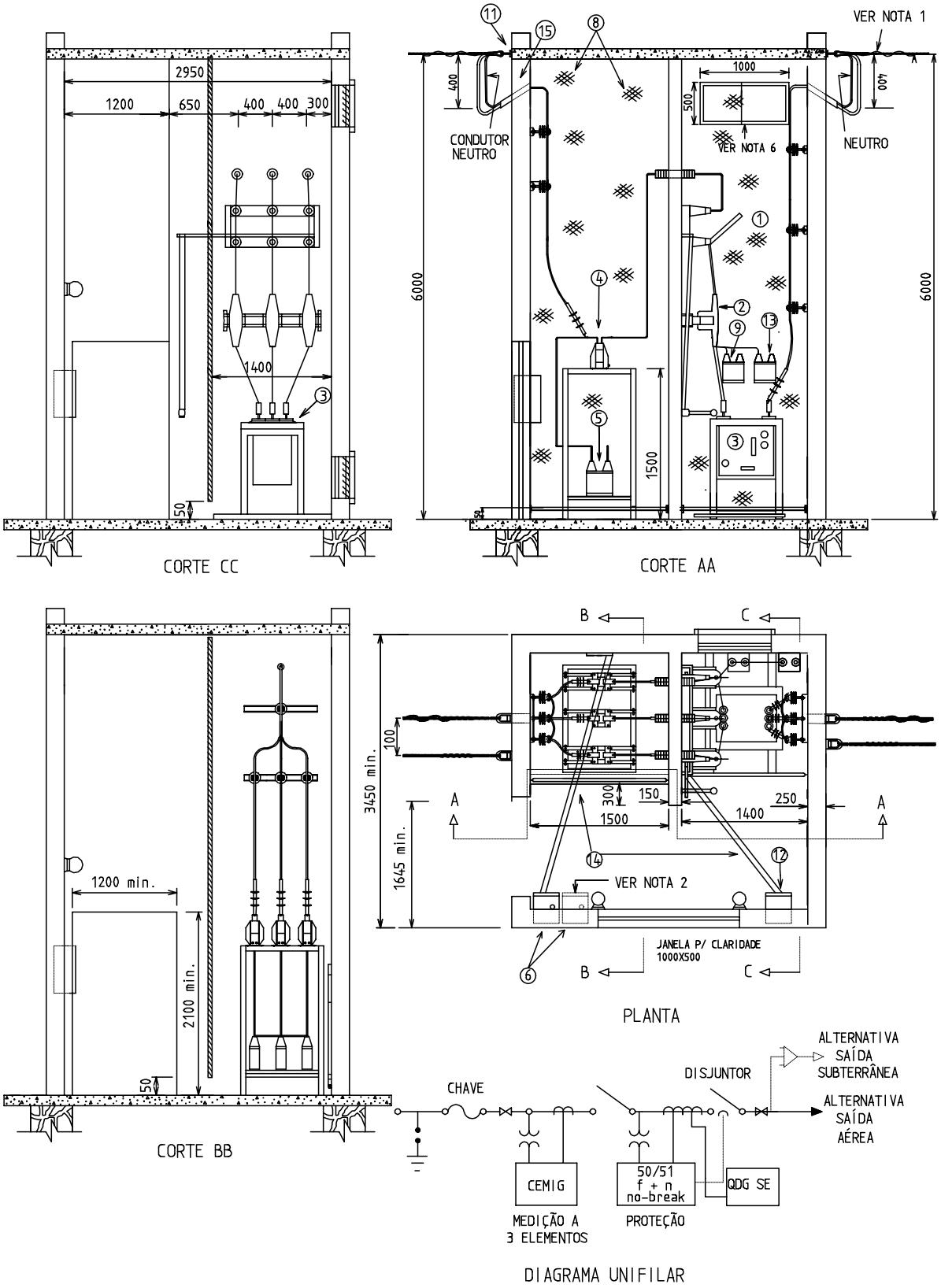
O disjuntor a ser utilizado deverá ser o de corrente nominal padronizada imediatamente superior à corrente calculada conforme a Nota 1
A seguir está a relação da corrente nominal dos disjuntores padronizados:

100 – 120 – 150 – 175 – 200 – 225 – 250 – 275 – 300 – 350 – 400 – 450 – 500 – 600 – 800 – 1000

20. a potência do transformador deverá ser, no máximo, duas vezes o valor da demanda contratada e o transformador de menor potência deverá ser o de 75kVA;

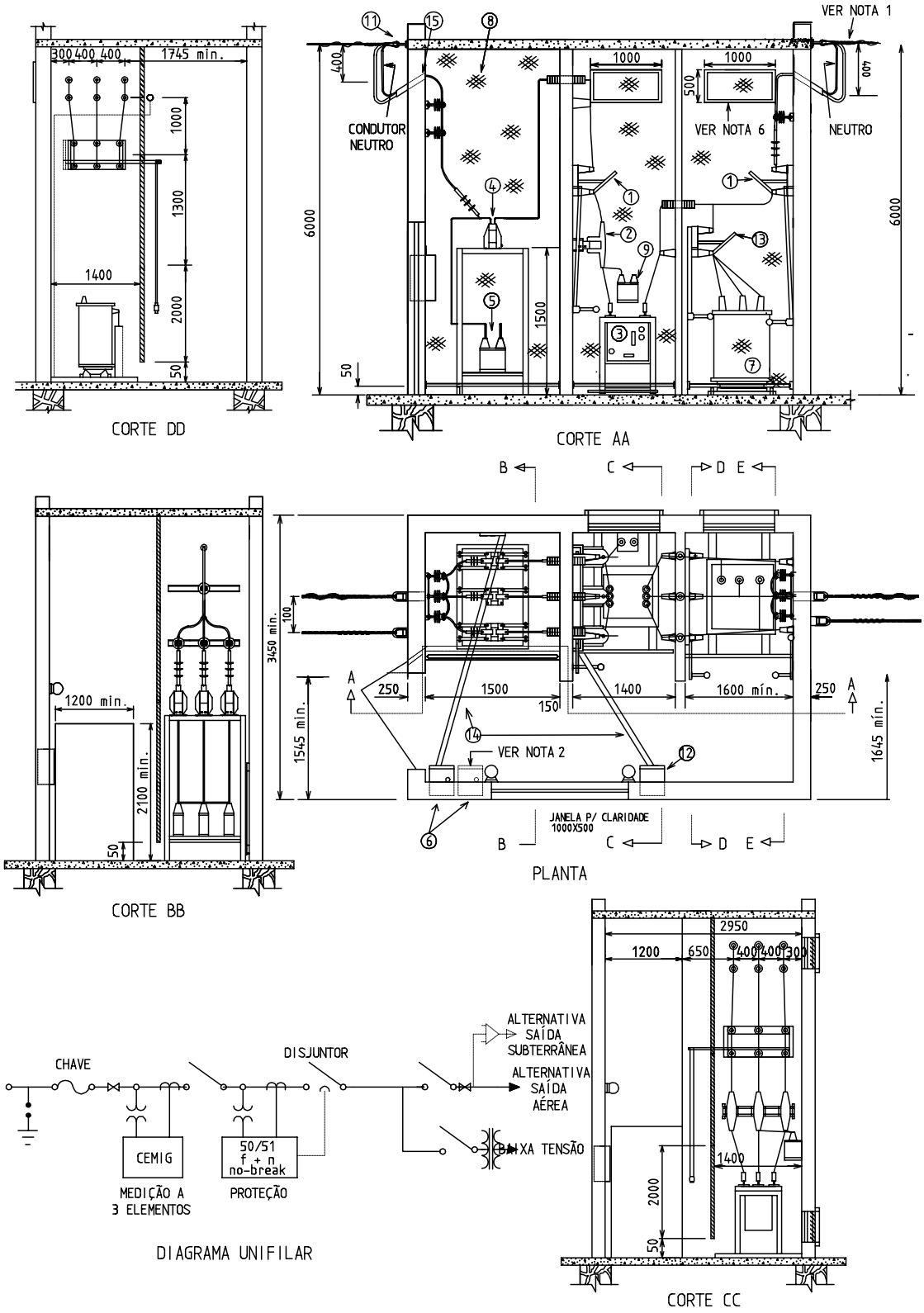
21. essa caixa de passagem deverá ser provida de tampa e deverá ter as mesmas dimensões da caixa CM-9, exceto em relação à altura; a altura e a forma construtiva dessa caixa ficam a critério do consumidor.

SUBESTAÇÃO Nº 2
(DESENHO 1)



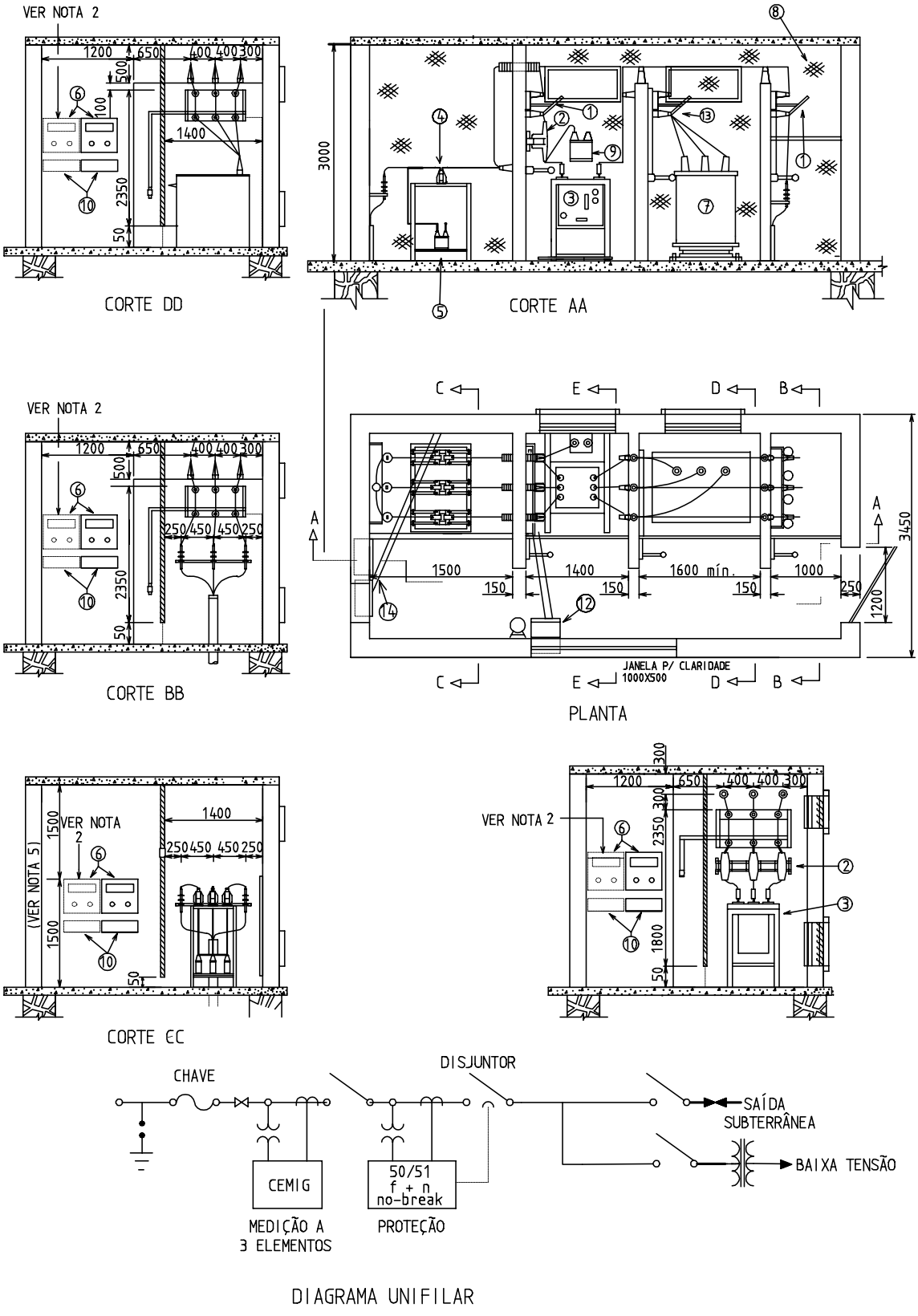
Obs.:
1 – dimensões em milímetros

SUBESTAÇÃO Nº 2
(DESENHO 2)



Obs.:
1 – dimensões em milímetros

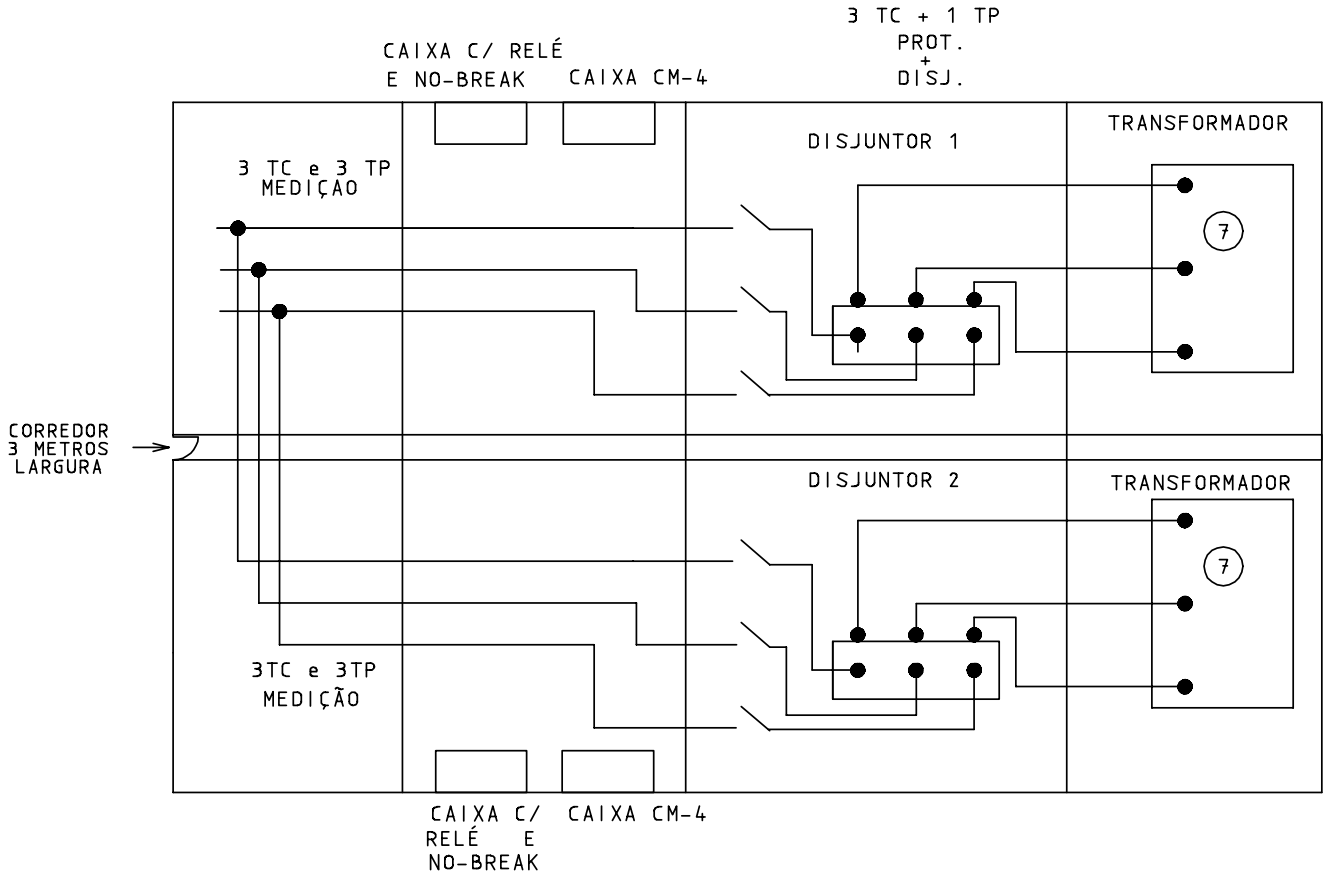
SUBESTAÇÃO Nº 2
(DESENHO 3)



Obs.:
1 – dimensões em milímetros

SUBESTAÇÃO Nº 2 COMPARTILHADA – LAY OUT BÁSICO
(DESENHO 4)

COMPARTILHAMENTO DO ESPAÇO FÍSICO



LEGENDA

(SUBESTAÇÃO nº 2 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

01	Chave faca,com abertura tripolar, 15 ou 25 ou 35 kV, 200A
02	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para proteção (ver Nota 3)
03	Disjuntor
04	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
05	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
06	Caixa CM-4
07	Transformador
08	Grade de proteção (ver Desenho 5 da página 10-5)
09	TP de 15, 25 ou 35 kV para proteção
10	Plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN
11	Olhal de ϕ13mm para ancoragem do ramal de ligação com cabo isolado fixado na parede da subestação com parafuso de máquina de ϕ 16x250mm
12	Caixa para relé de sobrecorrente e/ou relé de proteção direcional
13	Chave de abertura tripolar sob carga, 15 ou 25 ou 35 kV. Opcionalmente, poderá ser utilizada chave faca, com abertura tripolar, se não houver transformação após a subestação de entrada geral.
14	eletroduto de aço, diâmetro mínimo de 32mm(1 ¼")
15	Eletroduto de PVC rígido, antichama, Ø 75mm

NOTAS

(SUBESTAÇÃO nº 2 – INDIVIDUAL OU COMPARTILHADA)

1. deverá ser instalada uma estrutura a 5(cinco) metros da saída da subestação e entre essa estrutura e a saída da subestação deverão ser instalados condutores isolados em média tensão (para saída em média tensão) ou isolados em baixa tensão (para saída em baixa tensão) conforme os desenhos das páginas 7-1 e 7-2. A altura mínima entre essa estrutura e a saída da subestação, medida entre o ponto de maior flecha dos condutores de saída e o solo, deverá ser de 5,50 metros. Após essa estrutura recomendamos, opcionalmente, que os condutores continuem sendo isolados em média ou baixa tensão, conforme for o caso, ou que os condutores sejam protegidos conforme padrão Cemig;

2. deverá ser instalada uma segunda caixa CM-4 para o consumidor que se tornar consumidor livre. Esta segunda caixa será utilizada para a instalação de equipamentos que visam a automação da medição;

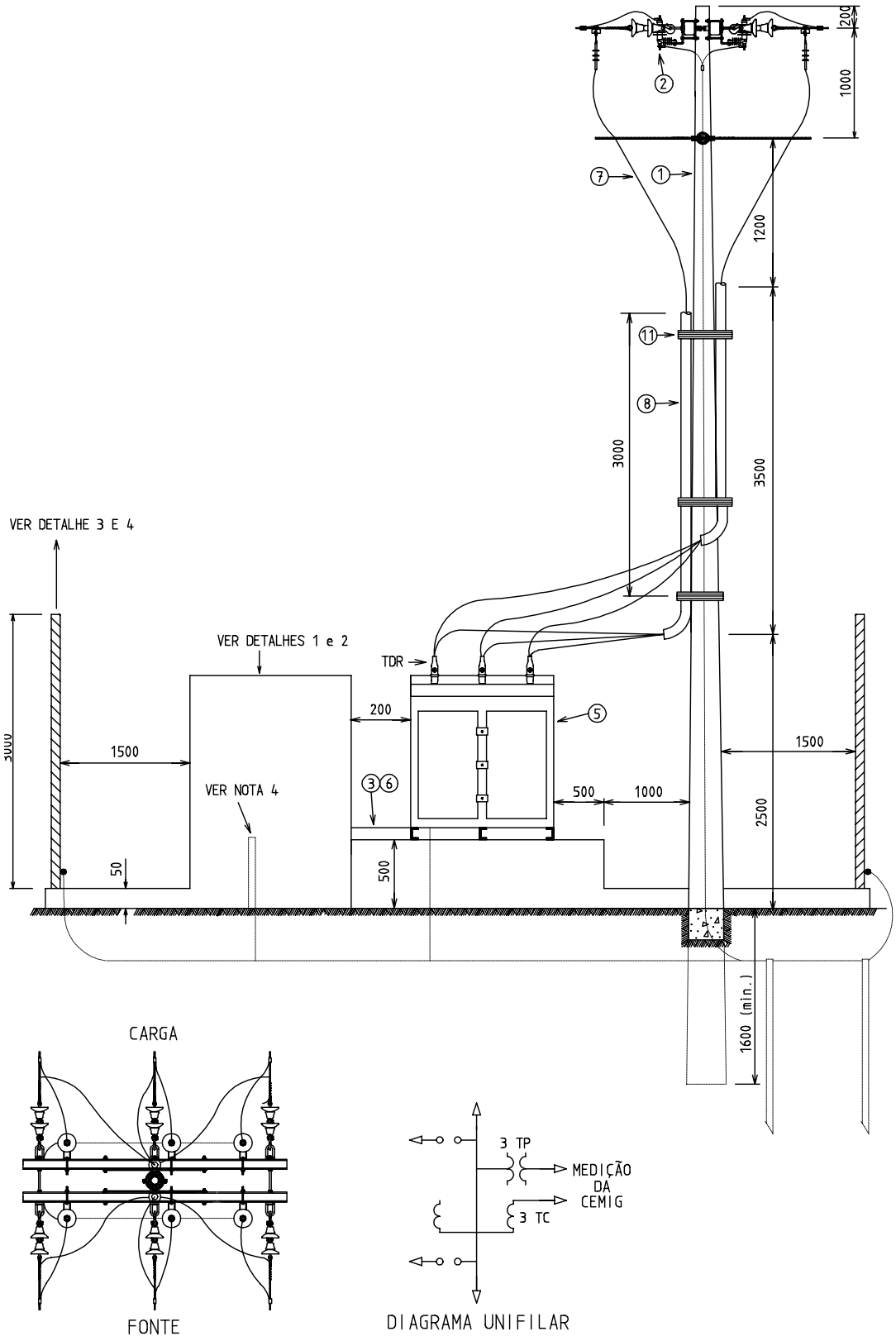
3. os TC de proteção deverão ter relação definida no projeto em função da demanda contratada e nível de curto circuito local. Deverá ser informada a classe de exatidão desses TC's;

4. os detalhes de saída subterrânea, disjuntor com buchas em posição frontal e de ferragens para fixação da medição constam do Capítulo 10;

5. o pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma;

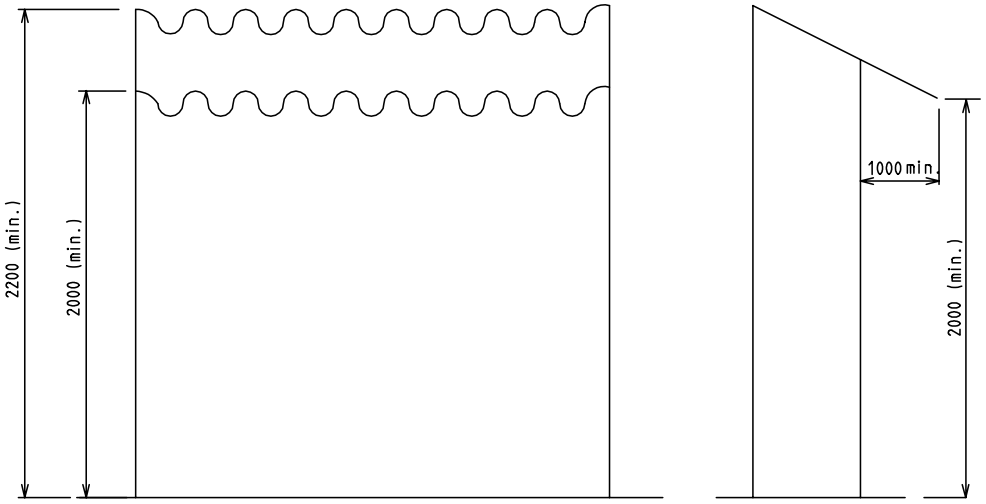
6. a janela deve possuir aberturas para ventilação e deve ser provida de tela metálica externa com malha mínima de 5mm e máxima de 13mm.

SUBESTAÇÃO Nº 3
(DESENHO 1)

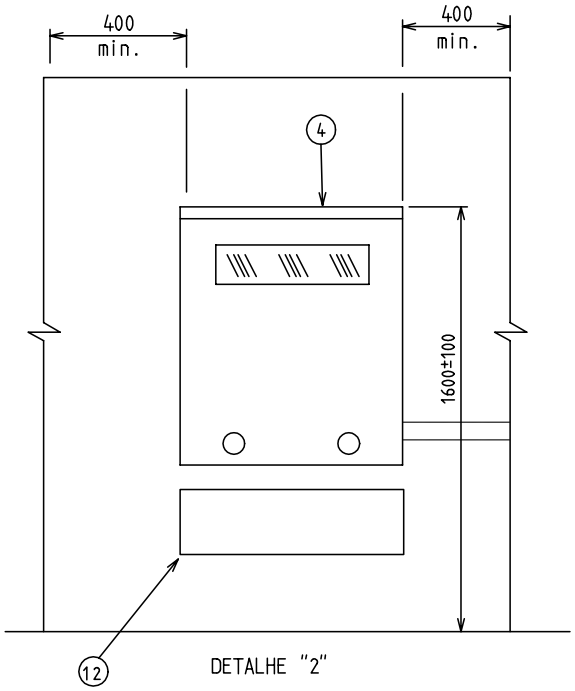


Obs.:
1 – dimensões em milímetros

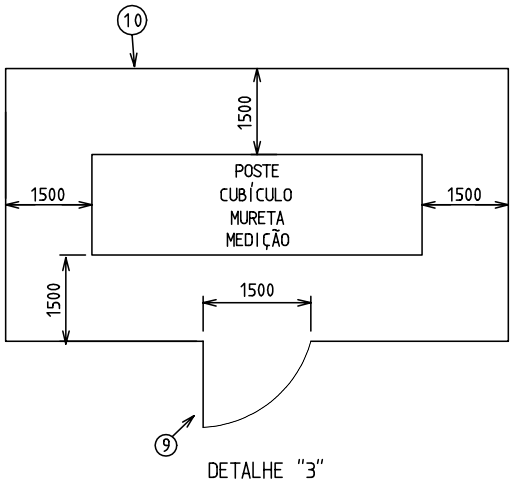
SUBESTAÇÃO Nº 3
(DESENHO 2)



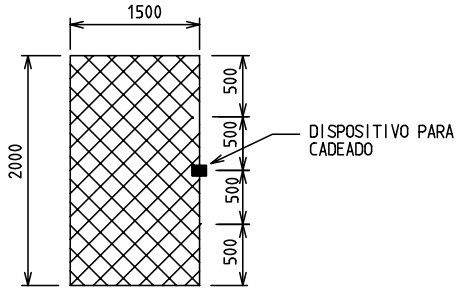
DETALHE "1"



DETALHE "2"



DETALHE "3"



DETALHE "4"

Obs.:
1 – dimensões em milímetros

LEGENDA

SUBESTAÇÃO nº 3

1	poste de 10 m, 300 daN mínimo (C, DT ou RT)
2	pára-raios para sistema aterrado - neutro aterrado
3	condutor de cobre com isolamento para 600V - ∅ 2,5mm^2 (7 condutores)
4	caixa CM-4
5	cubículo para medição a três elementos - isolamento 15 ou 25 ou 35 kV - conforme 02.118-CEMIG-0103
6	eletroduto de aço zincado DN = 32mm
7	Cabo de cobre isolado para 15 ou 25 ou 35kV
8	Eletroduto aço zincado DN = 100mm
9	Porta de tela zincada 2000x1500mm com malha de 3x3cm (Ver Nota 7)
10	Painel de tela zincada com malha de 3x3cm
11	Arame de aço galvanizado n° 14 ou fita de aço galvonizada
12	plataforma basculante 500x500mm

Obs.:
1- C, DT e RT se referem a postes de concreto circular , duplo T e seção retangular, respectivamente.

NOTAS

SUBESTAÇÃO nº 3

1. o barramento interno do cubículo deverá ser de cobre nu (ver tabelas 3 e 4, Capítulo 5);

2. se a estrutura for instalada em ângulo de linha deverá ser estudada a necessidade de redimensionar os postes e/ou instalação de estais;

3. a aplicação de cubículo de medição é definida no item 7.3, página 4-9;

4. aterramento da medição e da caixa CM-4;

5. o aterramento deverá ser conforme item 6, página 4-8.

6. na primeira estrutura após o cubículo deverão ser instaladas chaves fusíveis ou seccionadoras a fim de facilitar trabalhos a serem efetuados na rede particular. Essas chaves deverão ser operadas por pessoas com o devido treinamento e EPI/EPC sendo a responsabilidade das operações por conta do consumidor;

7. esta porta deverá ter dispositivo para cadeado conforme Detalhe 4, página 8-2.

SUBESTAÇÃO Nº 4
(DESENHO 1)

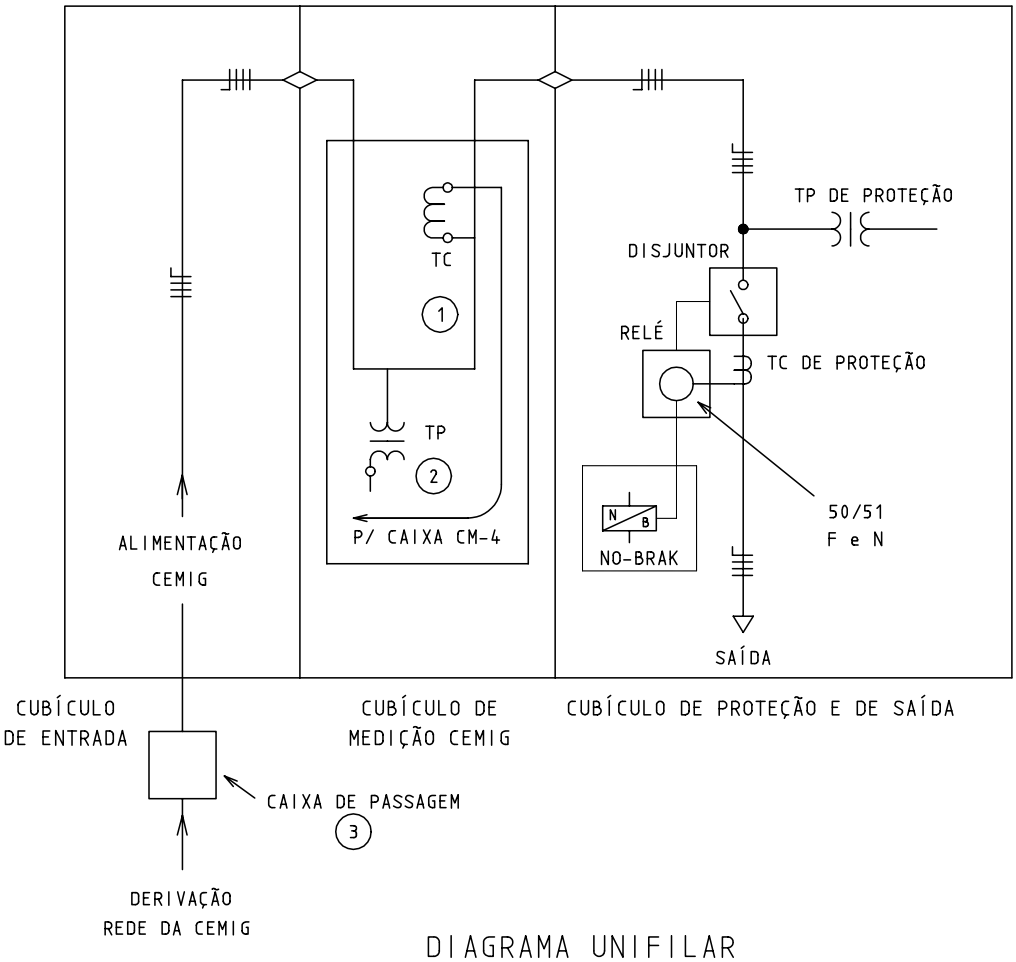


DIAGRAMA UNIFILAR

Notas:

1 – os cubículos de entrada, de medição Cemig e de proteção e saída deverão ser providos de, no mínimo, dois dispositivos para lacre Cemig em cada cubículo;
2 – esse cubículo deverá ter os ensaios de tipo e ser construído conforme a NBR 6979.

SUBESTAÇÃO Nº 4
(DESENHO 2)

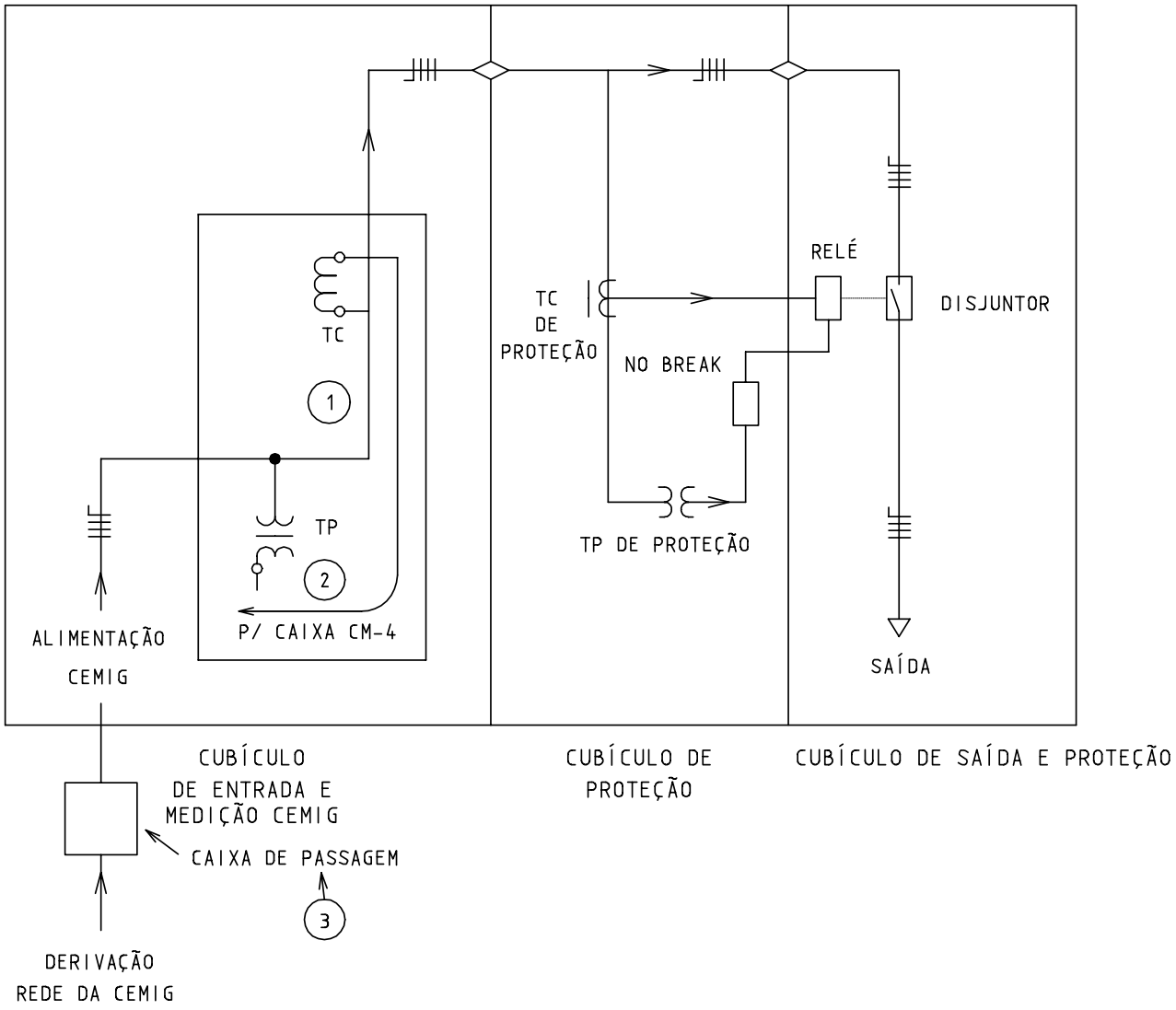


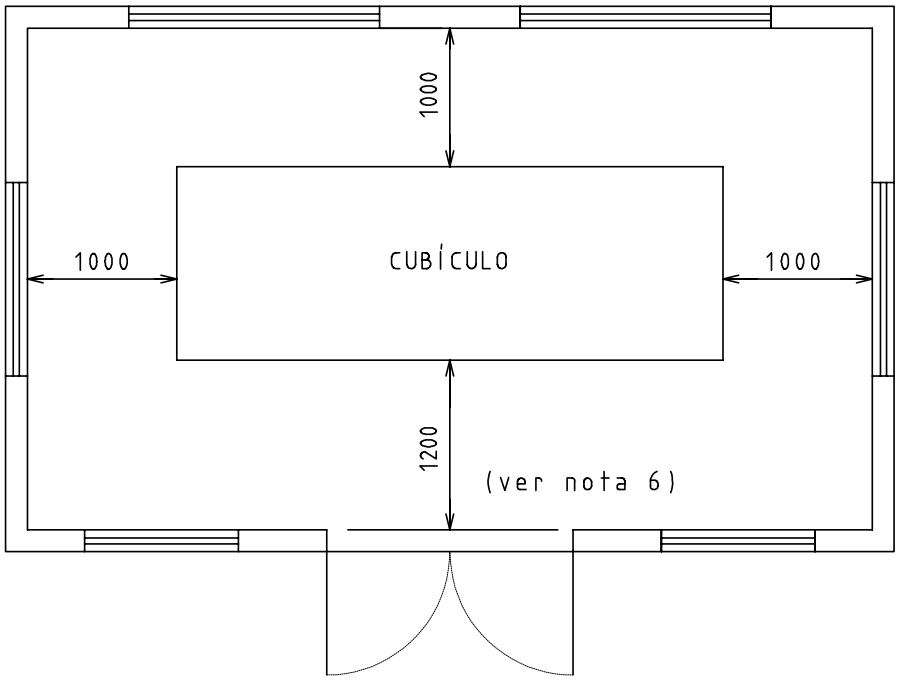
DIAGRAMA UNIFILAR

Notas:

1 – os cubículos de entrada e medição Cemig, de proteção e de saída e proteção e de saída deverão ser providos de, no mínimo, dois dispositivos para lacre Cemig em cada cubículo;
2 – esse cubículo deverá ter os ensaios de tipo e ser construído conforme a NBR 6979.

SUBESTAÇÃO Nº 4
(DESENHO 3)

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO



Obs.:
1 – dimensões mínimas do cômodo da subestação;
2 – dimensões em milímetros.

LEGENDA

SUBESTAÇÃO nº 4

01	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade Cemig)
02	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade Cemig)
03	Caixa de passagem conforme os desenhos das páginas 11-11 e 11-13

NOTAS

SUBESTAÇÃO nº 4

1. o cubículo blindado deverá situar-se dentro de cômodo apropriado, com as dimensões mínimas de acordo com o desenho 3, página 9-3;

2. todos os compartimentos com energia não medida e o compartimento de medição deverão ser providos de, pelo menos, 2 (dois) pontos para instalação de selo Cemig;

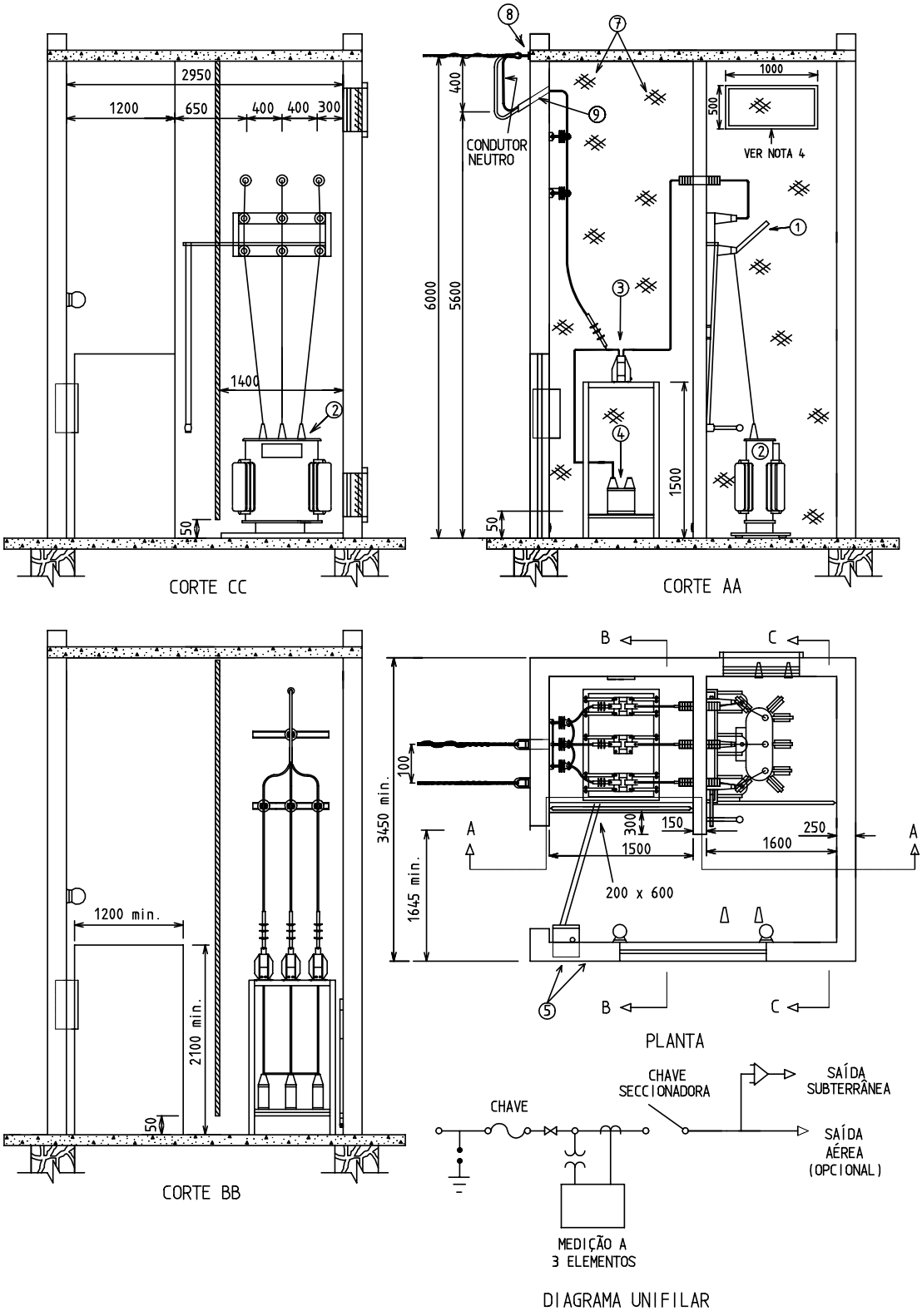
3. todas as partes metálicas do posto deverão ser solidamente conectadas a malha de aterramento;

4. a malha de aterramento do posto deve ser conforme item 6, página 4-8;

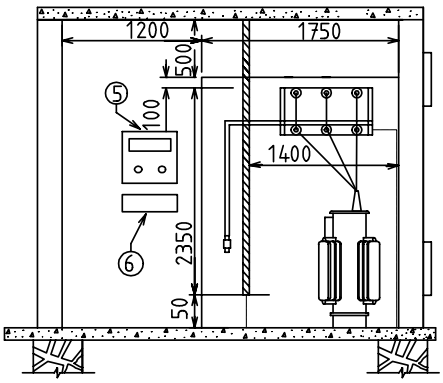
5. os pára-raios serão necessários sempre que houver rede aérea (ou ramal de ligação aéreo) antes ou após o posto;

6. o pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma;

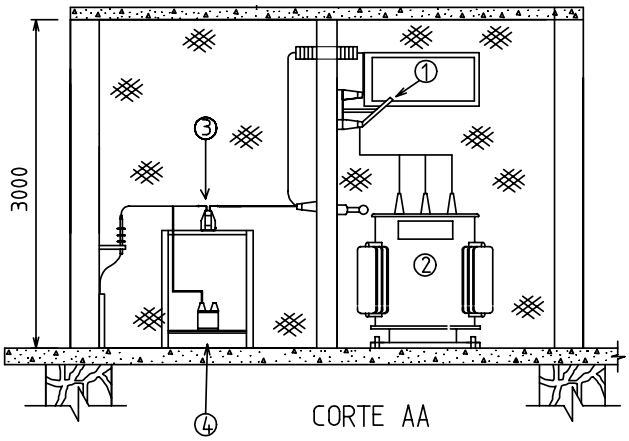
SUBESTAÇÃO Nº 5
ENTRADA AÉREA
(DESENHO 1)



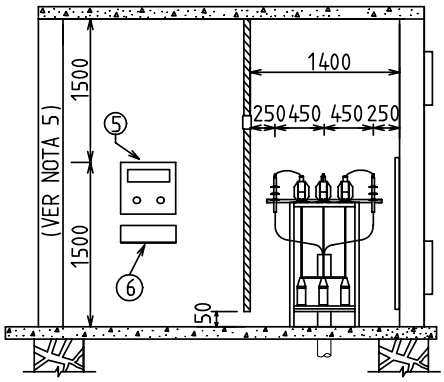
SUBESTAÇÃO Nº 5
ENTRADA SUBTERRÂNEA
(DESENHO 2)



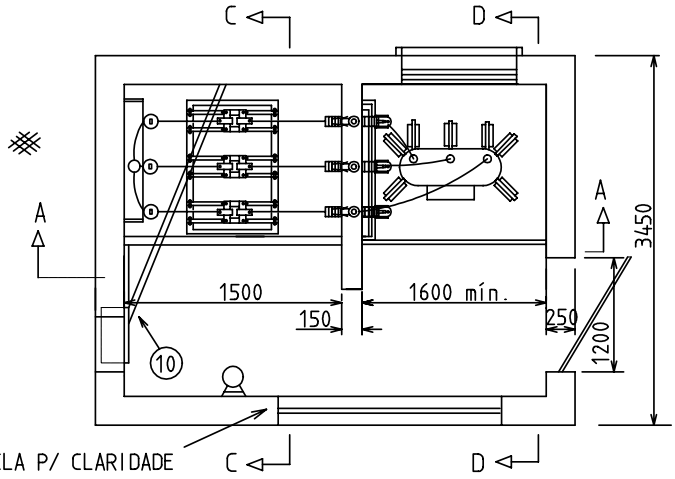
CORTE DD



CORTE AA



CORTE CC



JANELA P/ CLARIDADE
1000 x 500

PLANTA

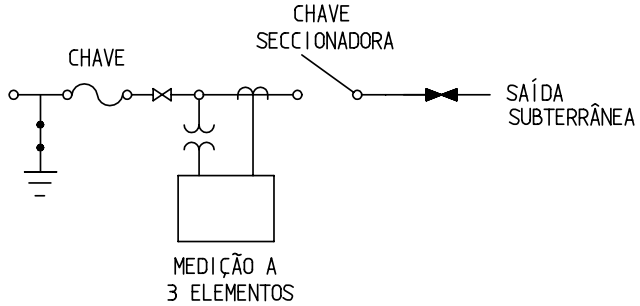


DIAGRAMA UNIFILAR

LEGENDA

(SUBESTAÇÃO nº 5)

01	Chave fusível de abertura tripolar sob carga, 15 ou 25 ou 35 kV
02	Transformador
03	TC de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
04	TP de 15 ou 25 ou 35 kV para medição (propriedade CEMIG)
05	Caixa CM-4
06	Plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar peso até 20daN
07	Grade de proteção (ver Desenho 5 da página 10-5)
08	Olhal de ϕ13mm para ancoragem do ramal de ligação com cabo isolado fixado na parede da subestação com parafuso de máquina de ϕ 16x250mm
09	eletroduto de aço, diâmetro mínimo de 32mm(1 ¼")
10	Eletroduto de PVC rígido, antichama, Ø 75mm

NOTAS

(SUBESTAÇÃO nº 5)

1. deverá ser instalada uma estrutura a 5(cinco) metros da saída da subestação e entre essa estrutura e a saída da subestação deverão ser instalados condutores isolados em média tensão (para saída em média tensão) ou isolados em baixa tensão (para saída em baixa tensão) conforme os desenhos das páginas 7-1 e 7-2. A altura mínima entre essa estrutura e a saída da subestação, medida entre o ponto de maior flecha dos condutores de saída e o solo, deverá ser de 5,50 metros. Após essa estrutura recomendamos, opcionalmente, que os condutores continuem sendo isolados em média ou baixa tensão, conforme for o caso, ou que os condutores sejam protegidos conforme padrão Cemig;

2. os detalhes de saída subterrânea, disjuntor com buchas em posição frontal e de ferragens para fixação da medição constam do Capítulo 10;

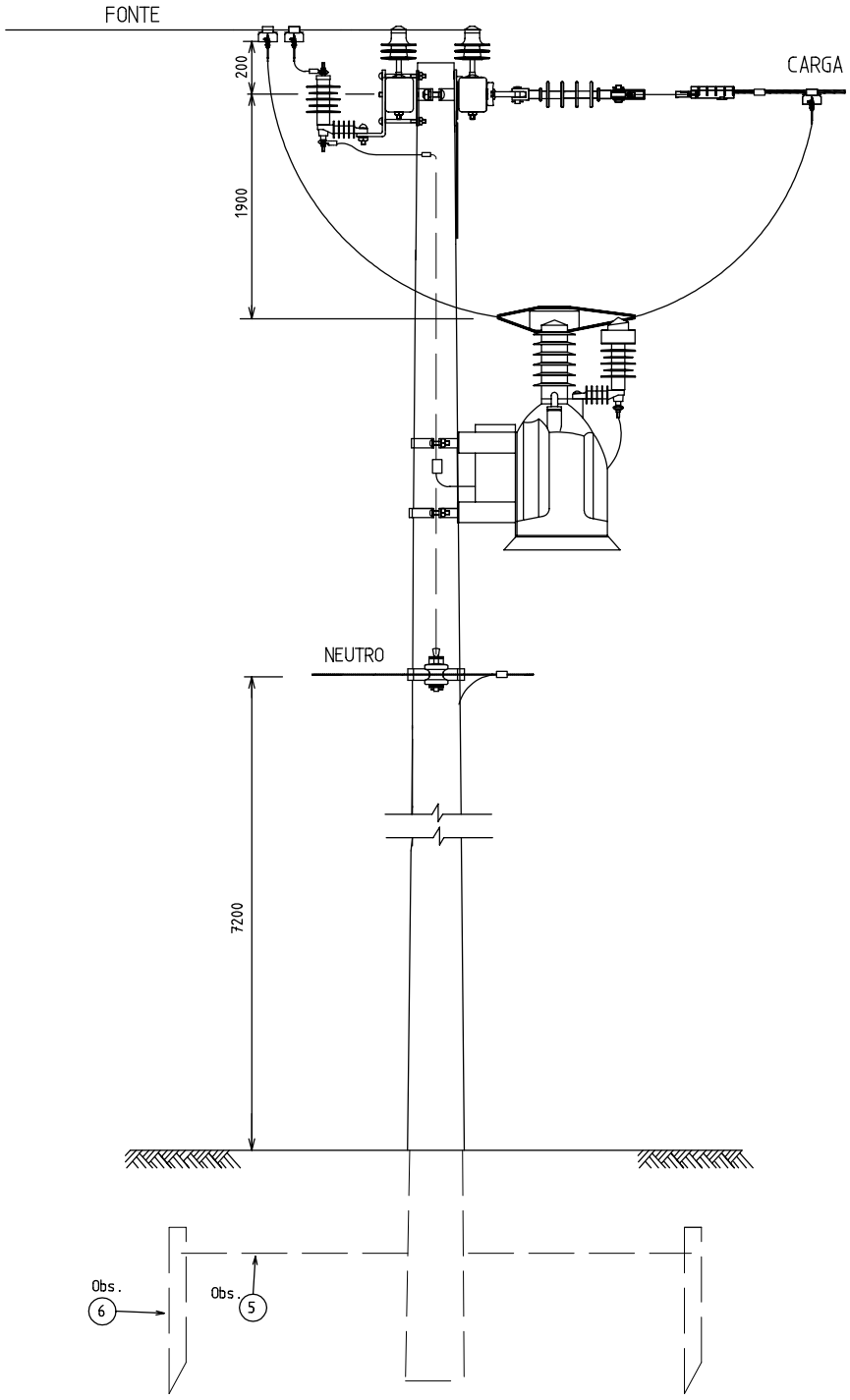
3. o pé direito mínimo é 3m; nos locais com passagens de viga será admitido um mínimo de 2,50m na face inferior da mesma;

4. a janela deve possuir aberturas para ventilação e deve ser provida de tela metálica externa com malha mínima de 5mm e máxima de 13mm;

5. Somente poderá ser instalado um transformador com potência mínima de 75kVA e potência máxima de 300kVA. Esse transformador deverá ser instalado dentro da subestação;

6. Não poderá ter saída de energia em média tensão de dentro da subestação.

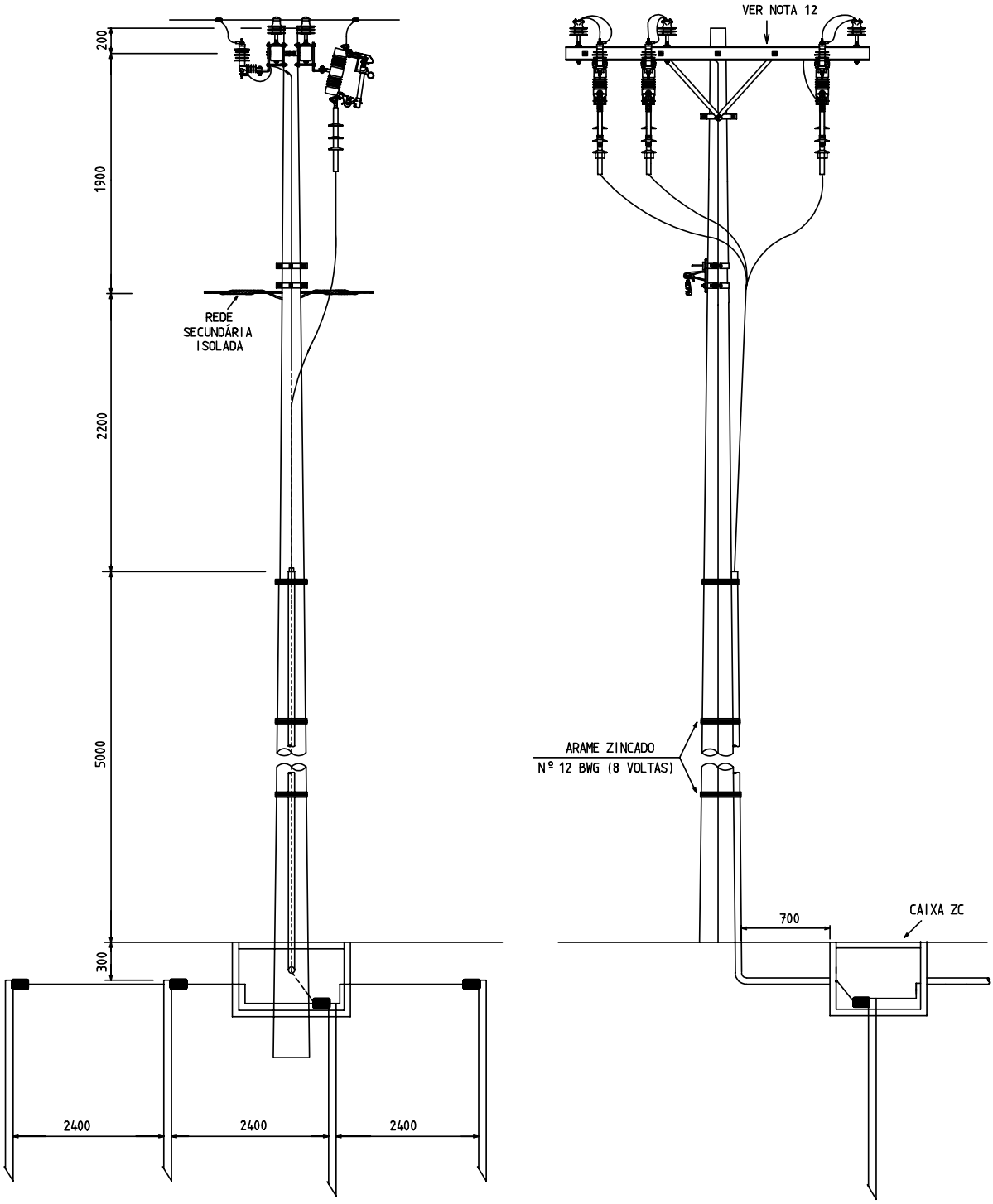
CUBÍCULO DE MEDIÇÃO EM EPÓXI (3 TC'S – 3 TP'S)
(DESENHO 1)



Obs.:

1 – a utilização desse cubículo de medição fica condicionada à aprovação da Cemig e é uma opção em relação à montagem dos tc's e tp's de medição sem encapsulamento em epóxi;
2 – a montagem dessa página refere-se à medição de alimentador;
3 – para cada aplicação existe um tipo de cubículo de medição;
4 – a montagem desse cubículo deverá ser conforme o manual de instalação a ser fornecido pelo fabricante;
5 - cabo de cobre nu 50 mm² para aterramento;
6 - Haste de aço zincada tipo cantoneira de 2400-25x25x5mm(Conforme Tabela 1).

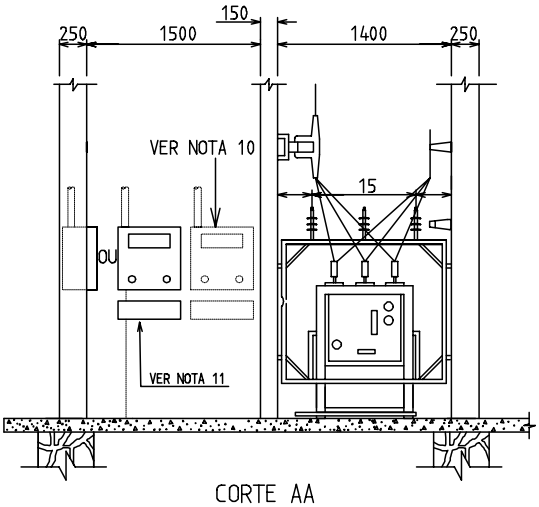
RAMAL DE LIGAÇÃO/ENTRADA PRIMÁRIO SUBTERRÂNEO
(DESENHO 2)



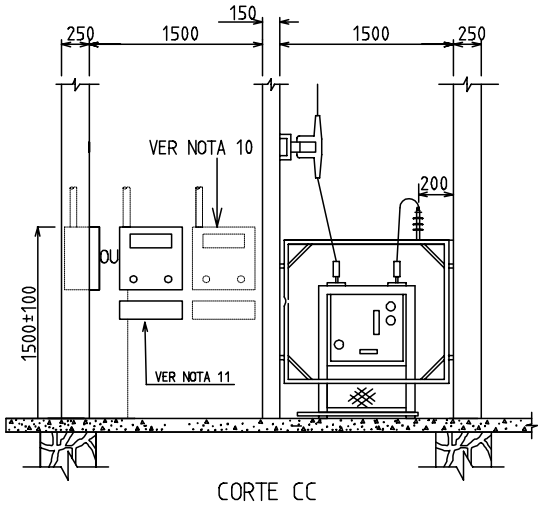
Obs.:

1 – Ver notas 1, 2 e 3;
2 - dimensões em milímetros.

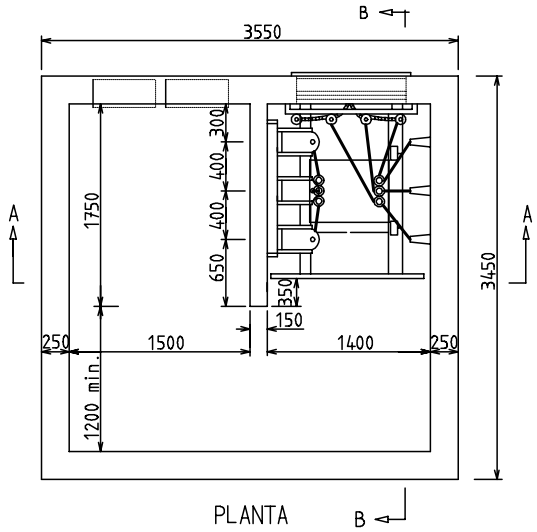
LIGAÇÕES DAS BUCHAS DO DISJUNTOR E SAÍDA/ENTRADA SUBTERRÂNEAS
(DESENHO 3)



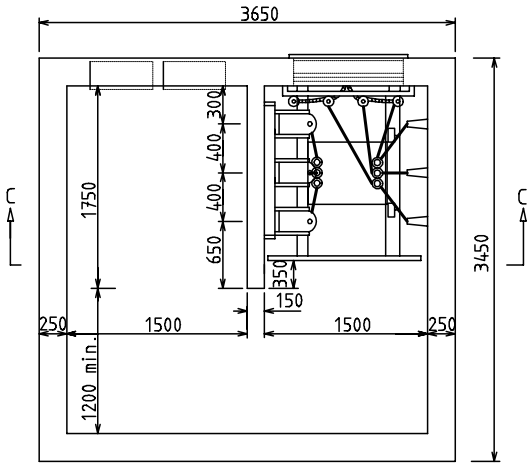
CORTE AA



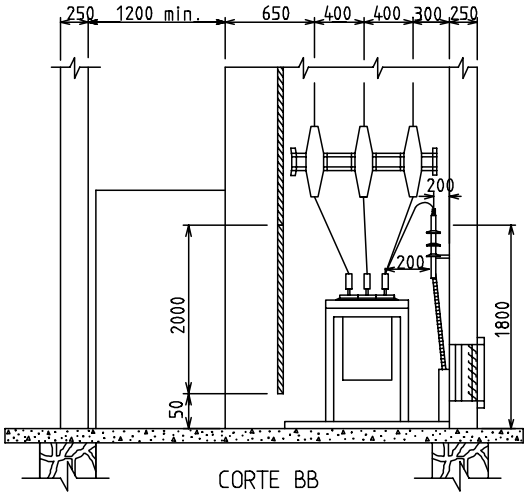
CORTE CC



PLANTA

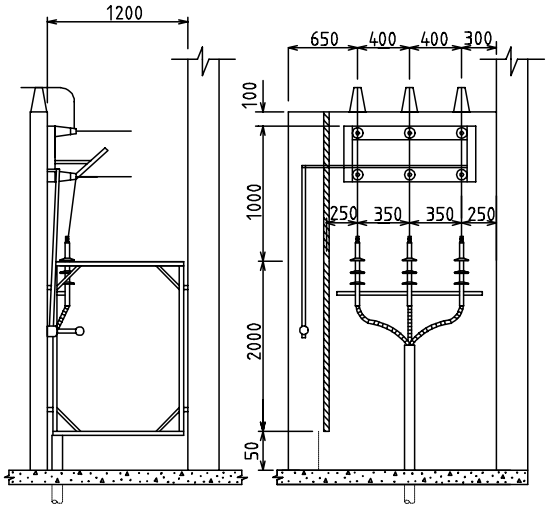


PLANTA
DISPOSIÇÃO DE DISJUNTOR COM BUCHAS LATERAIS
SAÍDA SUBTERRÂNEA



CORTE BB

DISPOSIÇÃO DE DISJUNTOR COM BUCHAS FRONTAIS
SAÍDA AÉREA OU SUBTERRÂNEA

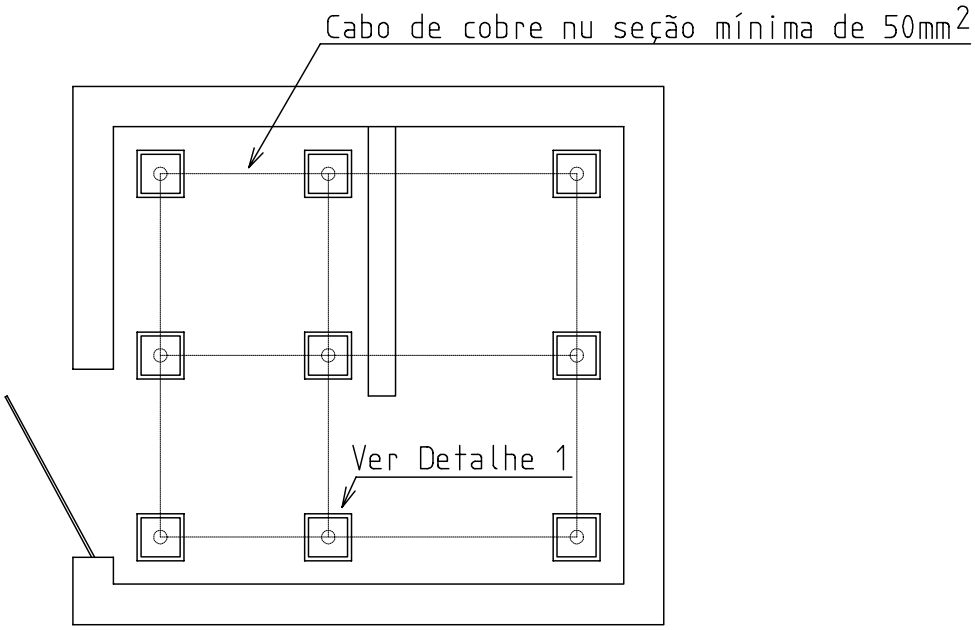


SAÍDA/ENTRADA SUBTERRÂNEA
EM 13,8kV ou 23,1kV ou 34,5 kV

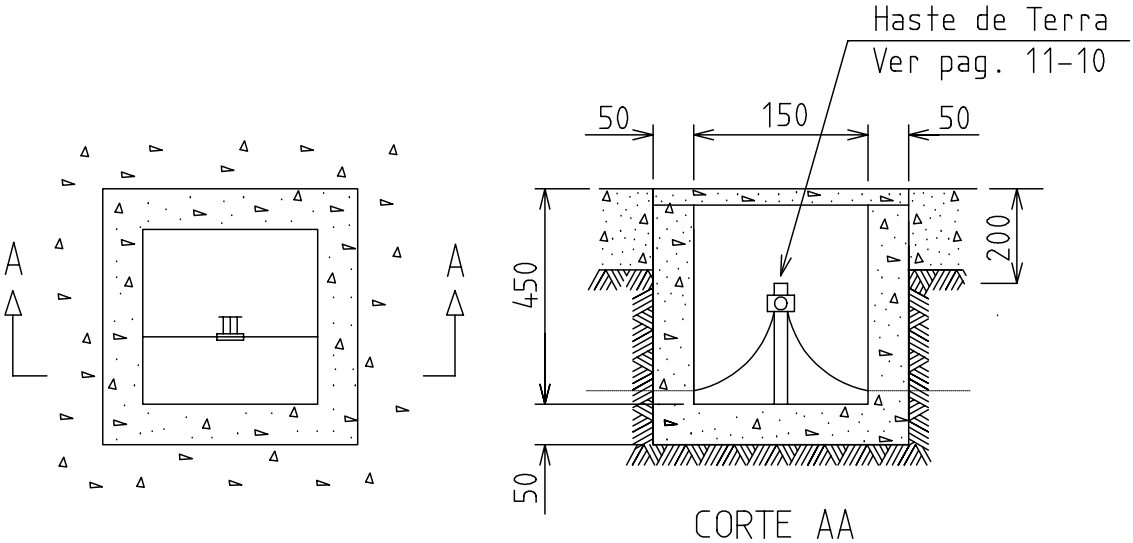
Obs.:
1 – dimensões em milímetros

ATERRAMENTO

(DESENHO 4)



ATERRAMENTO
DISPOSIÇÃO ILUSTRATIVA



DETALHE 1

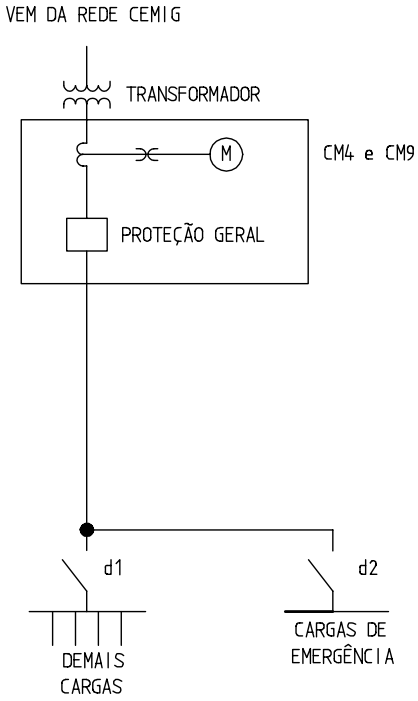
Obs.:
1 – Ver nota 4;
2 – dimensões em milímetros.

OPÇÕES PARA SISTEMAS DE EMERGÊNCIA

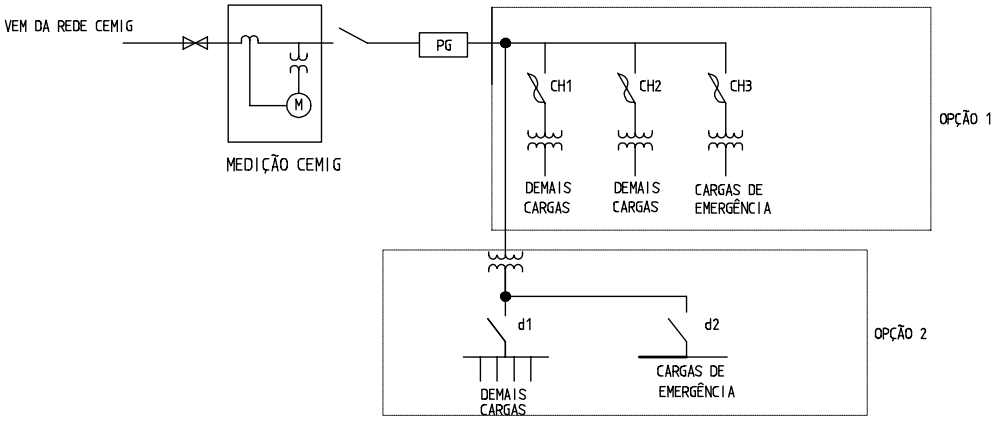
(DESENHO 5)

1) Torre com caixa d'água (utilização de água por gravidade – sem uso da energia elétrica)

2) Subestação nº 1



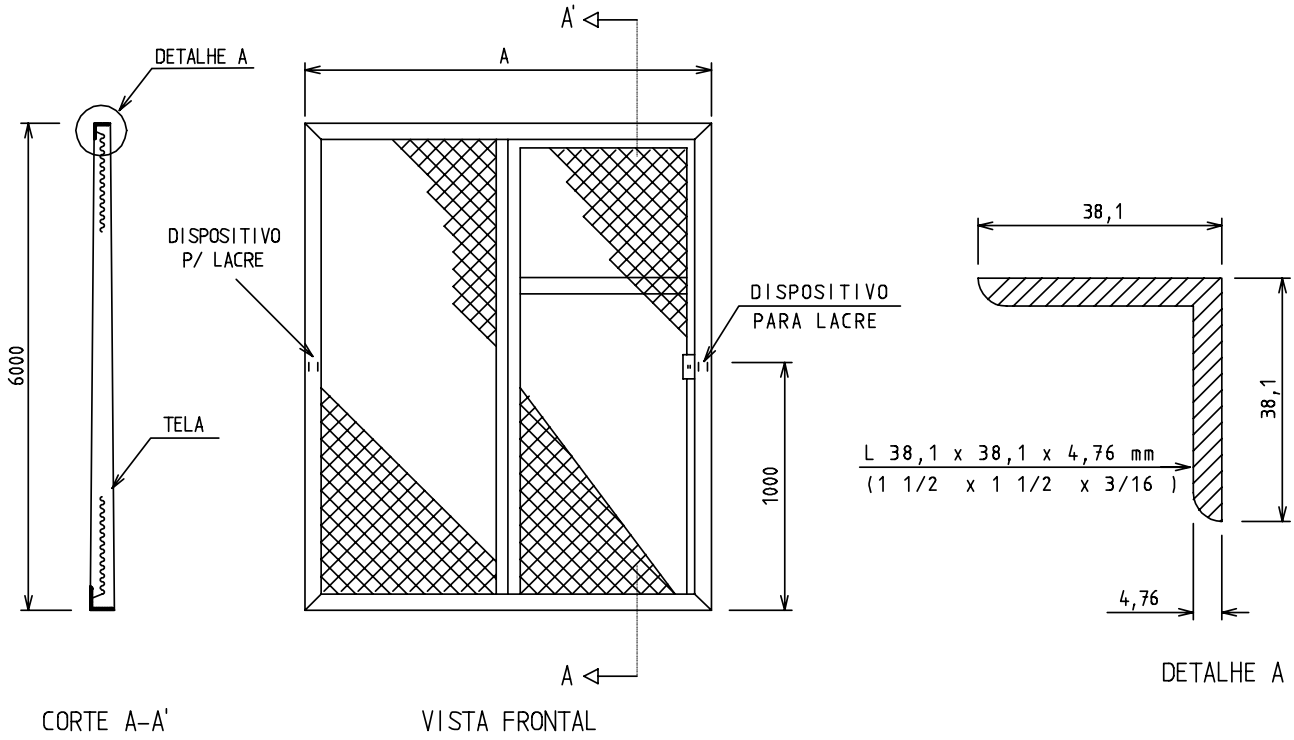
3) Demais subestações



Obs.:
1 – Ver Nota 13 da página 10-11.

GRADE DE PROTEÇÃO

(DESENHO 6)

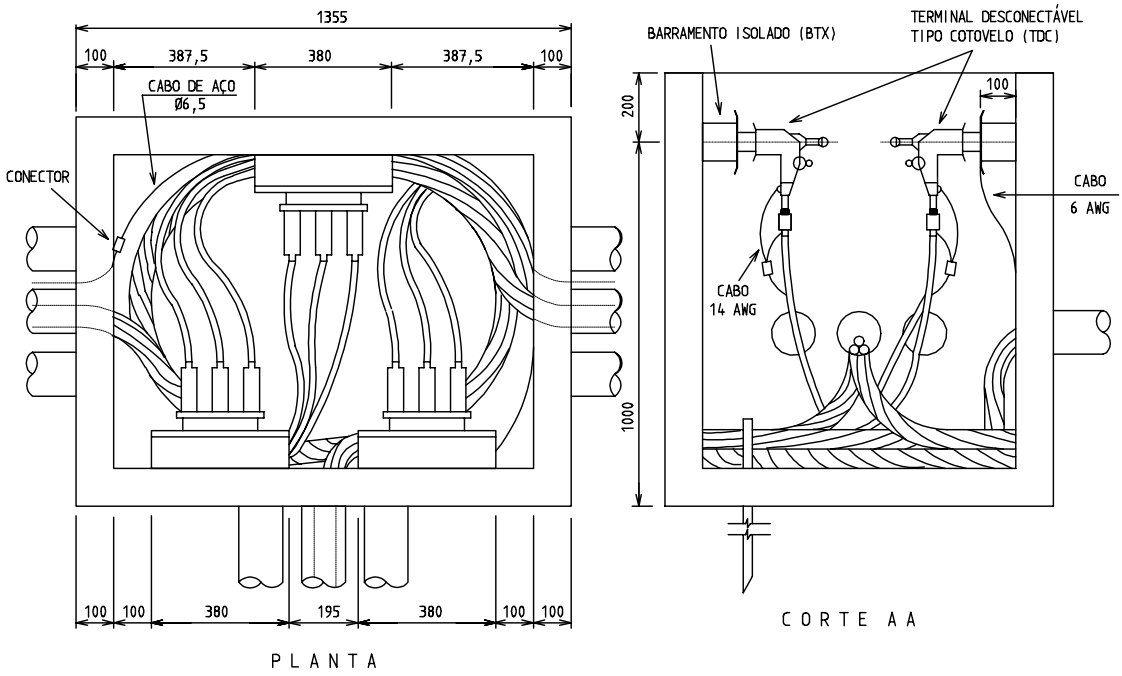


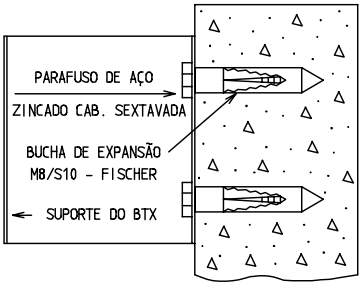
CUBÍCULOS	ALTURA (mm)	LARGURA "A" (mm)
Medição	6000	1500
Proteção	6000	1400
Transformação	6000	1600

Obs.:

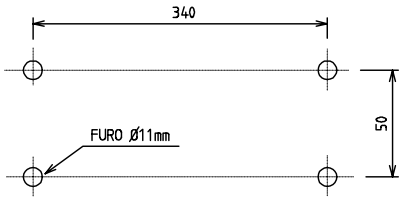
1 – armação de cantoneira de ferro galvanizado conforme detalhe A;
2 – painel de tela de arama zincado nº 12 BWG, com malha de 30x30mm;
3 – os painéis de tela dos cubículos de medição e proteção deverão ter dispositivo para lacre e abertura para a área de circulação da subestação;
4 – em todos os cubículos deverão ser previstos limitadores de curso (batente) para os quadros de tela, através de perfil "L", de 38,1x38,1x4,76x50mm;
5 – no painel de tela do cubículo de medição deverá ser prevista uma porta de acesso, com dimensões 600x2000mm, com dispositivo para lacre;
6 – no painel de tela do cubículo de proteção deverá ser prevista uma porta de acesso com dimensões de 1400x2000mm com dispositivo para lacre;
7 – as dobradiças das portas dos painéis de tela deverão ser do tipo que não permite a abertura das portas sem romper o lacre da Cemig.

MONTAGEM ELETROMECÂNICA
CAIXA TIPO ZD
EMENDA COM DERIVAÇÃO DE MT
(DESENHO 7)





DETALHE DE FIXAÇÃO DO BTX



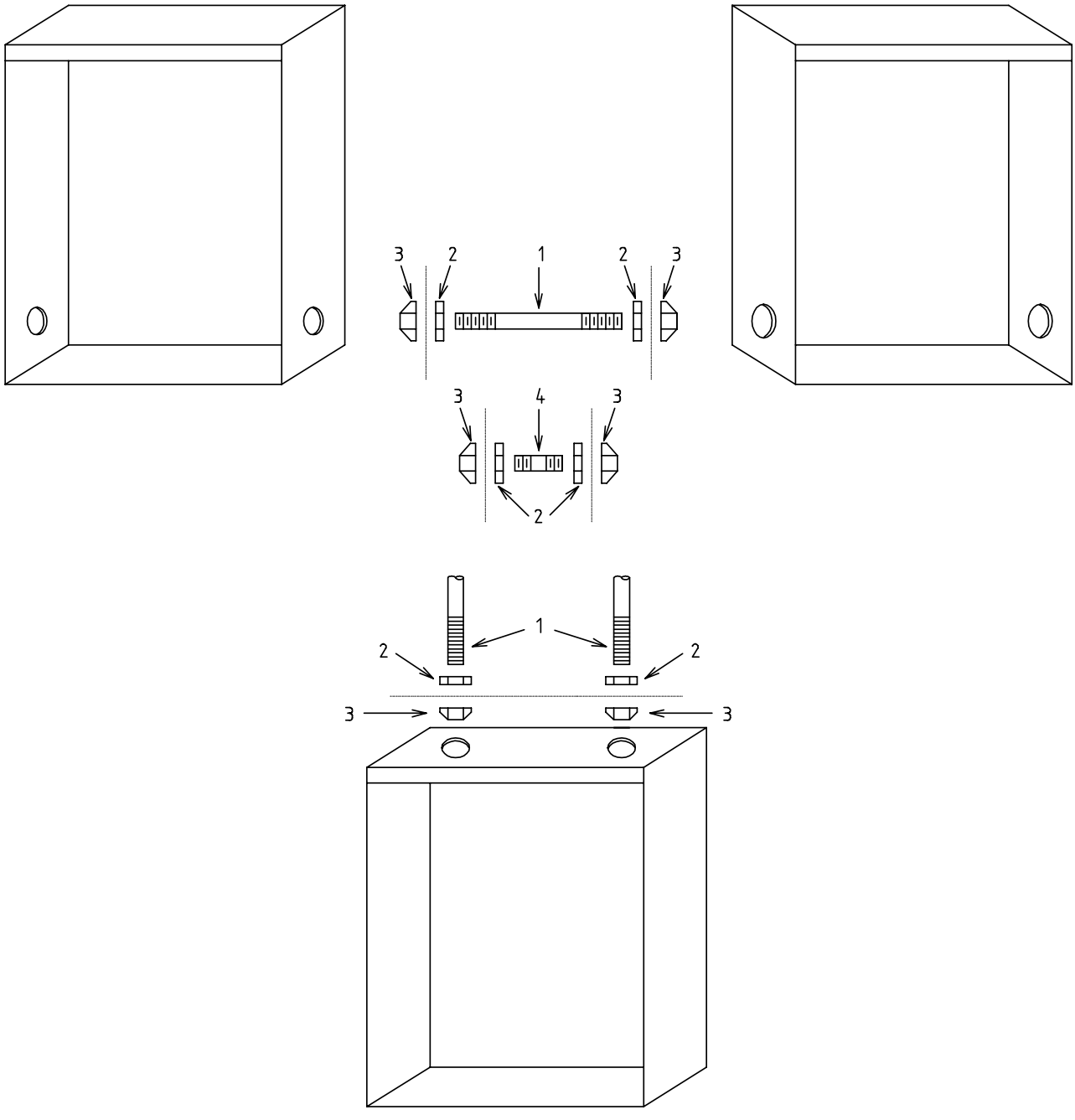
DETALHE DE FURAÇÃO DO BTX

LISTA DE MATERIAL							
Item	Descrição	Un.	Quant.	Item	Descrição	Un.	Quant.
01	Barramento isolado triple – BTX	pç	3	06	Dispositivo aterramento p/ CB MT	pç	9
02	Bucha ficher M8S10	pç	12	07	Fio cobre de 1,5mm²	kg	0,2
03	Cabo cobre nu, flexível 16mm²	kg	1	08	Paraf. aço zinc. cab. Sext. ∅9,5x32mm	pç	12
04	Conector paraf. Fendido p/ cabo 16mm²	pç	3	09	Terminal tipo cotovelo	pç	9
05	Conector paraf. Fendido p/ cabo 35mm²	pç	3				

Obs.:
1 – para instalação da emenda de MT, do BTX, esta caixa não deverá conter circuitos de MT;
2 – a capacidade máxima de emendas de MT desta caixa é um circuito de cabos até 120mm² com uma derivação até 120mm²,em 15/25kV;
3 - dimensões em milímetros.

JUNÇÃO DE CAIXAS

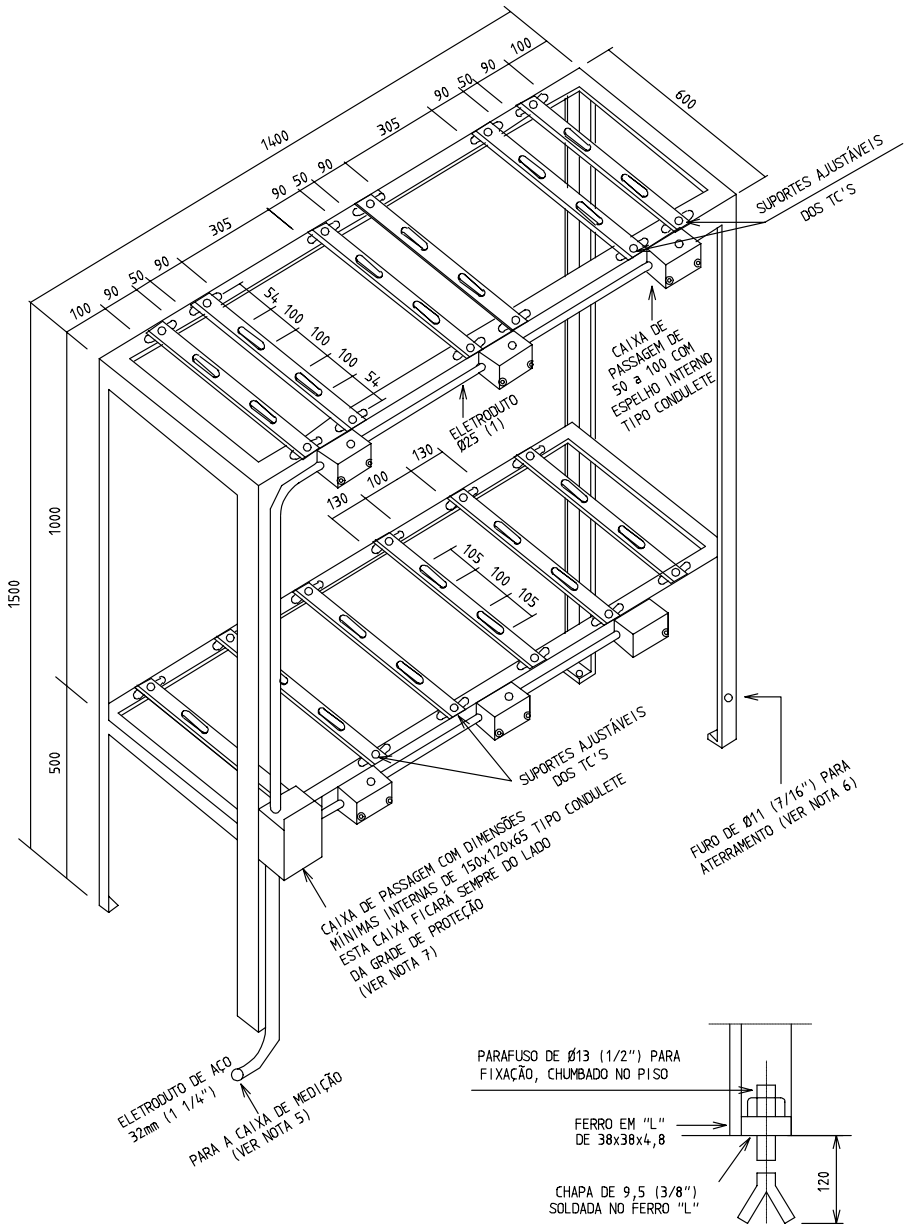
(DESENHO 8)



LISTA DE MATERIAL			
Item	Descrição	Item	Descrição
1	Eletroduto de aço ou PVC	4	Niple
2	Porca arruela		
3	Bucha		

SUPORTE PARA TP's E TC's DE MEDIÇÃO

(DESENHO 9)


1400
305
90 50 90
100
600
SUPORTES AJUSTÁVEIS DOS TC'S
CAIXA DE PASSAGEM DE 50 a 100 COM ESPELHO INTERNO TIPO CONDULETE
ELETRODUTO Ø25 (1)
1500
1000
500
130 100 130
105 100 105
SUPORTES AJUSTÁVEIS DOS TC'S
FURO DE Ø11 (7/16") PARA ATERRAMENTO (VER NOTA 6)
CAIXA DE PASSAGEM COM DIMENSÕES MÍNIMAS INTERNAS DE 150x120x65 TIPO CONDULETE ESTA CAIXA FICARÁ SEMPRE DO LADO DA GRADE DE PROTEÇÃO (VER NOTA 7)
ELETRODUTO DE AÇO 32mm (1 1/4")
PARA A CAIXA DE MEDIÇÃO (VER NOTA 5)
PARAFUSO DE Ø13 (1/2") PARA FIXAÇÃO, CHUMBADO NO PISO
FERRO EM "L" DE 38x38x4,8
CHAPA DE 9,5 (3/8") SOLDADA NO FERRO "L"
120

Obs.:

1) Todos os ferros em "L" deverão ser de 38x38x4,8 (11/2"x11/2"x3/16") soldados entre si;
2) Todas as travessas deverão ser de chapa de ferro 38x4,8 (11/2" x 3/16");
3) Todos os furos oblongos deverão ser de ϕ11(7/16");
4) Os parafusos para fixação das travessas deverão ser de cabeça sextavada de ϕ 9,5x25 (3/8"x1");
5) Este eletroduto deverá ser instalado de forma aparente acima do piso e externamente nas paredes da subestação até a caixa de medição (CM-4);
6) O suporte deverá ser devidamente aterrado utilizando-se parafuso de cabeça sextavada de 9,5x25(3/8"x1") e respectiva porca;
7) O conjunto de eletrodutos e caixas de passagem deverá ficar sempre do lado oposto da fonte de energia;
8) As tolerâncias das cotas deverão ser de ± 5%;
9) Dimensões em milímetros.

AFASTAMENTOS MÍNIMOS ENTRE CONDUTORES E EDIFICAÇÕES

(DESENHO 10)

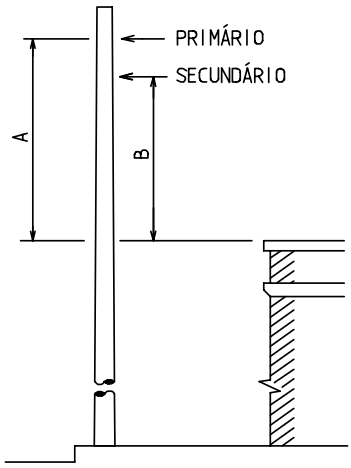


FIGURA 1

Afastamento vertical entre os condutores e a cimalha dos edifícios

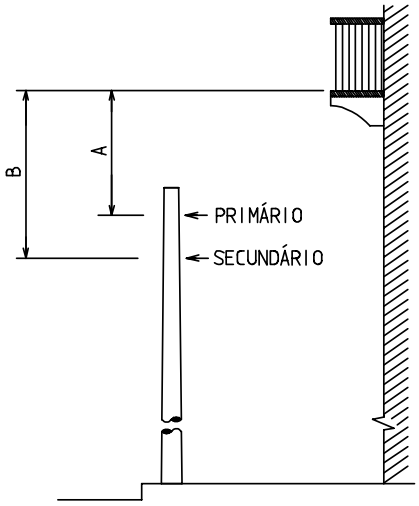


FIGURA 2

Afastamento vertical entre o piso da sacada e os condutores

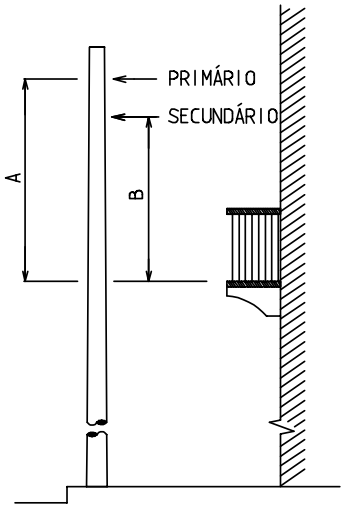


FIGURA 3

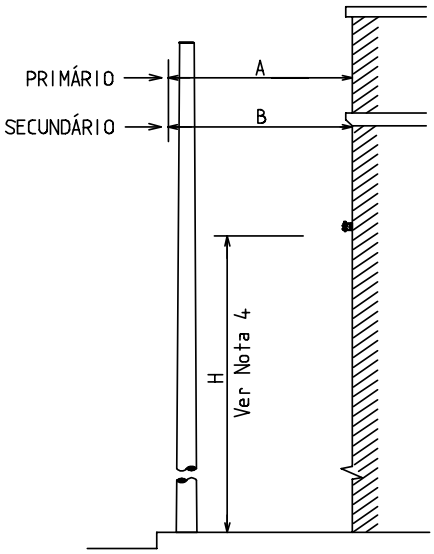


FIGURA 4

Afastamento horizontal entre os condutores e a parede dos edifícios

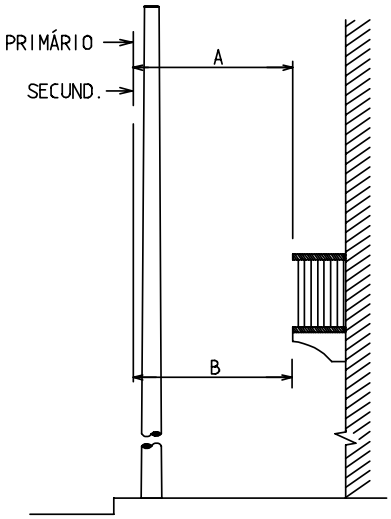


FIGURA 5

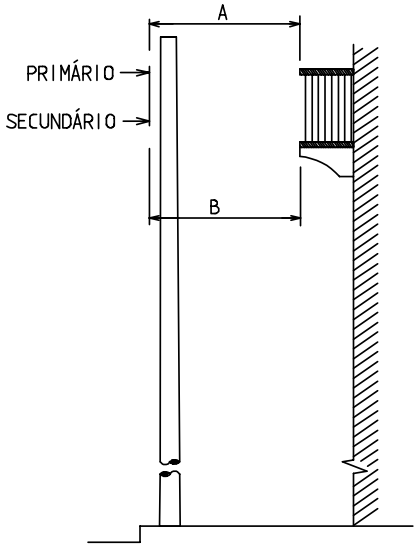


FIGURA 6

Afastamento horizontal entre os condutores e as sacadas dos edifícios

TABELAS REFERENTES AO DESENHO 10 – PÁGINA 10-10

Rede de Distribuição Isolada
(Tabela 1)

AFASTAMENTOS MÍNIMOS				
Fig. nº	Só Primário	Só Secundário	PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO	
			Primário	Secundário
	A (m)	B(m)	A(m)	B(m)
1	2,00	2,00	-	2,00
2	0,50	0,30	0,50	-
3	2,50	2,00	-	2,00
4	0,50	0,30	0,50	-
5	1,00	0,80	1,00	-
6	1,00	0,80	1,00	-

Rede de Distribuição Protegida
(Tabela 2)

AFASTAMENTOS MÍNIMOS				
Fig. nº	Só Primário	Só Secundário	PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO	
			Primário	Secundário
	A (m)	B(m)	A(m)	B(m)
1	2,50	2,00	-	2,00
2	1,00	0,30	1,00	-
3	3,00	2,00	-	2,00
4	1,00	0,30	1,00	-
5	1,50	0,80	1,50	-
6	1,50	0,80	1,50	1,20

Rede de Distribuição Convencional (nua)
(Tabela 3)

AFASTAMENTOS MÍNIMOS				
Fig. nº	Só Primário	Só Secundário	PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO	
			Primário	Secundário
	A (m)	B(m)	A(m)	B(m)
1	2,70	2,00	-	2,00
2	1,20	0,50	1,20	-
3	3,20	2,50	-	2,50
4	1,20	1,00	1,20	-
5	1,70	1,20	1,70	-
6	1,70	1,20	1,70	-

NOTAS DO CAPÍTULO 11

1. a carcaça das muflas, a blindagem do cabo e o pára-raios deverão ser interligados ao neutro e aterrados;

2. fica a critério do consumidor a instalação ou não do cabo e muflas reservas ou de outro eletroduto com um circuito reserva;

3. para instalação de muflas o comprimento mínimo do poste deverá ser 11m;

4. caso seja necessário ampliar a malha de aterramento as novas hastes deverão ser instaladas de forma análoga conforme o Desenho 4, página 11-4;

5. as ferragens deverão ser zincadas por imersão a quente;

6. o poste de derivação deverá conter chave fusível, resultando em estrutura padronizada de rede protegida ou convencional;

7. a capa externa do condutor da região das conexões deve ser reconstituida com fita auto-fusão;

8. o espaçamento no posto entre o cabo mensageiro e o condutor fase deve ser de 300mm;

9 . utilizar massa de vedação (3M ou similar) na extremidade superior do eletroduto;

10. deverá ser instalada uma segunda caixa CM-4 para o consumidor que tornar-se livre. Esta segunda caixa será utilizada para a instalação de equipamentos que visam a automação da medição;

11. imediatamente abaixo da caixa de medição deve ser instalada uma plataforma basculante de madeira ou metal, de 500x500mm para suportar os equipamentos de leitura (peso máximo de 20daN);

12. esse desenho refere-se à derivação através de rede convencional (nua). Se a rede CEMIG for isolada ou protegida, a derivação deverá ser feita conforme as normas Cemig ND-2.7 ou ND-2.9, respectivamente;

13. para a Subestação nº 1, recomendamos que os disjuntores d1(demais cargas) e d2 (cargas de emergência) sejam instalados numa caixa CM-9 localizada na mesma mureta onde estarão as caixas CM-4 (medição Cemig) e CM-9 (proteção geral).
    Para as demais subestações, recomendamos que as chaves 1, 2 e 3 e os disjuntores d1 e d2 sejam instalados no mesmo local.
    O disjuntor ou a chave das cargas de emergência deverá ser provido de placa com os dizeres: “Essa proteção deverá ser operada em caso de emergência”.

MATERIAIS DO PADRÃO DE ENTRADA

1. GERAL

Os materiais utilizados nos padrões de entrada correspondem a um dos seguintes grupos de materiais:

a) Materiais Aprovados

Incluem as caixas para medição, derivação e proteção, disjuntores termomagnéticos e hastes de aterramento (ver item 1.1, página 4-1).
Estes materiais são aqueles constantes do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada).

b) Materiais Padronizados

Correspondem aos materiais, cujas especificações e características dimensionais mínimas apenas estão relacionadas nos desenhos deste Capítulo, excetuando as caixas e hastes de aterramento que devem constar do Manual do Consumidor nº 11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrão de Entrada) por serem dispositivos passíveis de aprovação; sua inclusão no Capítulo 12 visa facilitar consultas na fase de inspeção pela Cemig (as suas especificações completas se encontram na ND-2.6) como também na fase de aquisição (tanto para os consumidores como para o comércio em geral).

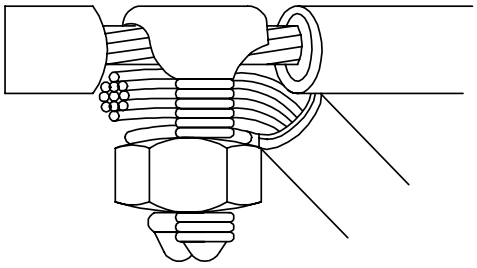
2. RELAÇÃO DE DOCUMENTOS

Os materiais aprovados devem atender às exigências técnicas contidas nos seguintes documentos Cemig:

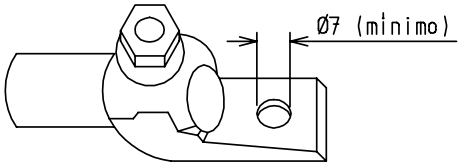
- 02.118 - CM/MD-001:	Caixas para Medição, Derivação e Proteção (Especificação)
- 02.118 - CEMIG-0268:	Disjuntores Termomagnéticos de Baixa Tensão em Caixa Moldada (Especificação);
- 02.118 - CEMIG-0177:	Anel de Concreto para Caixa ZA;
- 02.118 - CEMIG-0194:	Anel de Concreto para Caixa ZB;
- 02.118 - CEMIG-0431:	Anel de Concreto para Caixa ZC;
- 02.118 - CEMIG-0429:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZA;
- 02.118 - CEMIG-0199:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZB (uso no passeio);
- 02.118 - CEMIG-0205:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZC (uso no passeio);
- 02.118 - CEMIG-0459:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZB (uso em pista de rolamento);
- 02.118 - CEMIG-0206:	Tampa e Aro Articulados para Caixa ZC (uso em pista de rolamento);
- 02.118 - CEMIG-0430:	Tampa e Aro para Caixa ZD (rede de distribuição subterrânea).

3. DESENHOS

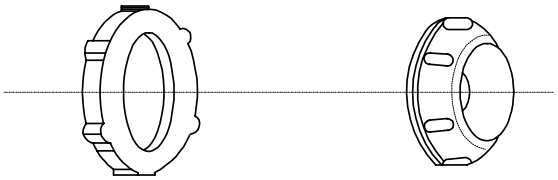
MATERIAIS PADRONIZADOS
ACESSÓRIOS DIVERSOS



CONECTOR PARAFUSO FENDIDO
(COBRE OU BRONZE)

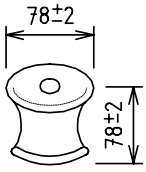


TERMNAL PARA CONDUTOR – NOTA 2
(COBRE OU BRONZE)



PORCA BUCHA

(ALUMINIO, PVC OU AÇO CARBONO)



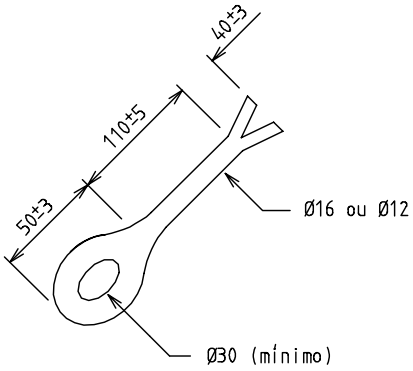
ISOLADOR ROLDANA
VIDRO OU PORCELANA

BUCHA E ARRUELA PLÁSTICA

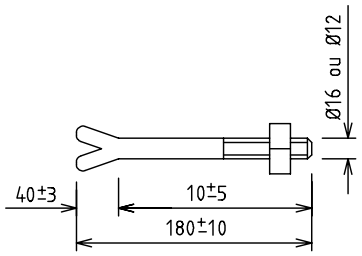
Obs.:

1 – dimensões em milímetros;
2 – aplicável nas conexões dos condutores a barramentos, disjuntores e ao parafuso de aterramento das caixas (seções dos condutores superiores a 10mm², inclusive).

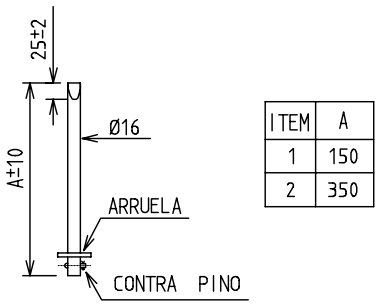
MATERIAIS PADRONIZADOS
FERRAGENS PARA RAMAL AÉREO



CHUMBADOR – OLHAL

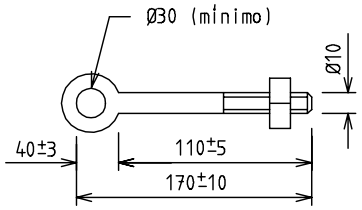


PARAFUSO – CHUMBADOR

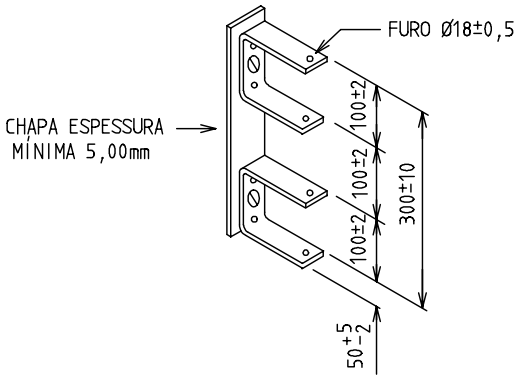


ITEM	A
1	150
2	350

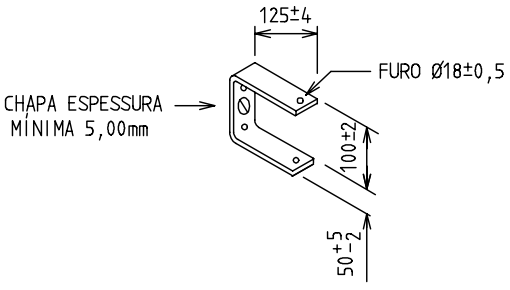
HASTE PARA ARMAÇÃO SECUNDÁRIA



PARAFUSO – OLHAL



ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 2 ESTRIBOS

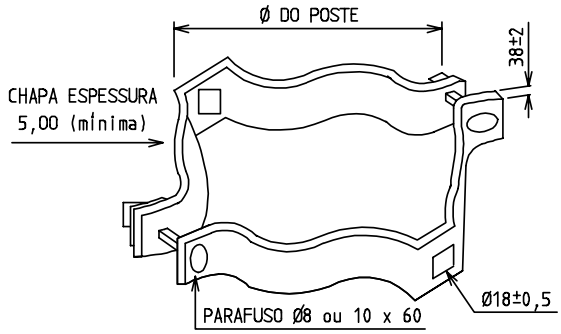


ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 1 ESTRIBO

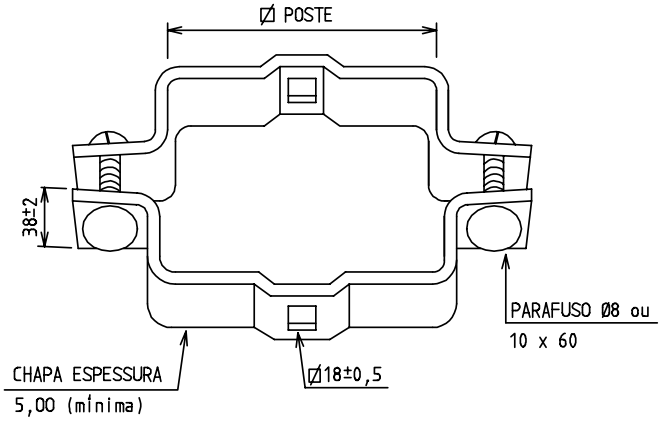
Obs.:

1 – todo material deve ser em aço carbono, zincado por imersão a quente;
2 – dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS
FERRAGENS - DIVERSOS



CINTA PARA POSTE CIRCULAR

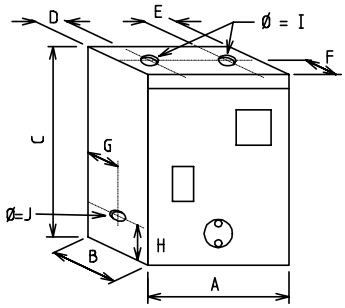


CINTA PARA POSTE DT OU QUADRADO

Obs.:

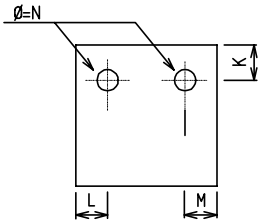
1 – Cintas, parafusos e porcas aço carbono, zincado por imersão a quente;
2 – Dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS
CAIXAS



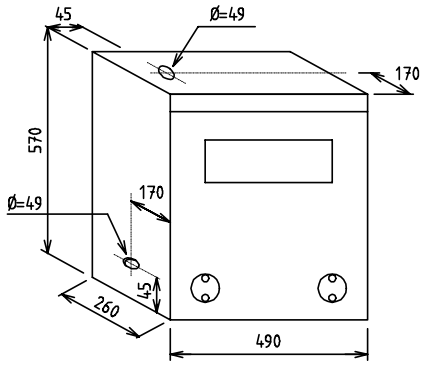
VISTA INFERIOR

MOD.	DIMENSÕES (mm)								UTILIZAÇÃO
	A	B	C	D	E	F	G	H	
CM – 1	250	160	300	40	40	100	65	60	MEDIDOR MONOFÁSICO E DISJUNTOR MEDIÇÃO DIRETA ATÉ 10 kW
CM – 2	345	210	460	50	50	155	65	60	MEDIDOR POLIFÁSICO E DISJUNTOR MEDIÇÃO DIRETA 10,1 a 47 kW
CM – 3	600	240	550	100	250	160	100	450	MEDIDOR POLIFÁSICO, DISJUNTOR E TC's MEDIÇÃO INDIRETA – 47,1 a 75 kW



MOD.	DIMENSÕES (mm)					
	I	J	K	L	M	N
CM – 1	27	49	60	40	40	49
CM – 2	49	49	55	50	50	49
CM – 3	75	75	80	100	250	75

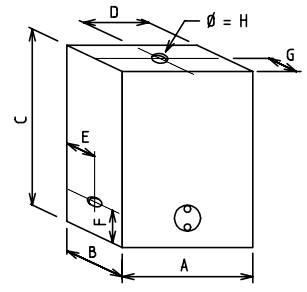
CAIXAS PARA DERIVAÇÃO E PROTEÇÃO (MONOFÁSICA E POLIFÁSICA)



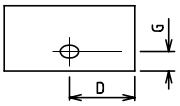
CM-4

CAIXA PARA MEDIÇÃO POLIFÁSICA
(MEDIDORES kW/kWh E kVArh)
MEDIÇÃO INDIRETA

MATERIAIS PADRONIZADOS
CAIXAS



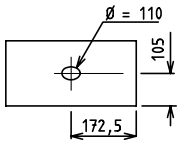
VISTA INFERIOR

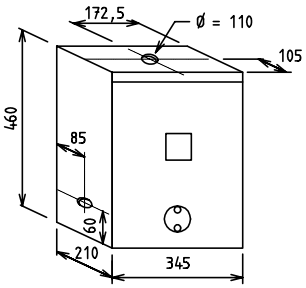


MOD.	DIMENSÕES (mm)									UTILIZAÇÃO
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
CM – 6	250	160	300	125	80	60	96	61	49	DERIVAÇÃO E/OU PASSAGEM DE CONDUTORES DE SEÇÃO ATÉ 35mm² (INCLUSIVE)
CM – 7	345	210	460	173	105	60	103	110	49	DERIVAÇÃO E/OU PASSAGEM DE CONDUTORES DE SEÇÃO ACIMA DE 35mm²

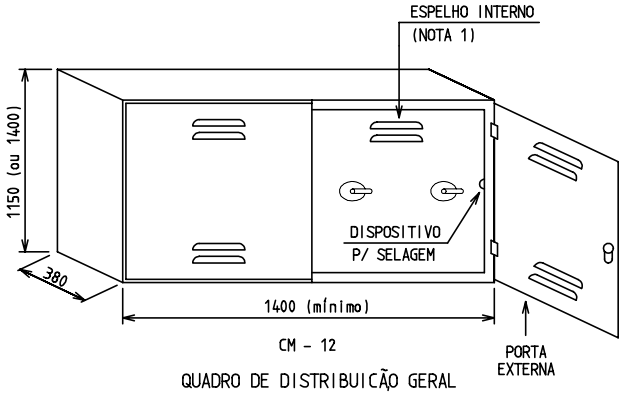
CAIXAS PARA DERIVAÇÃO

VISTA INFERIOR

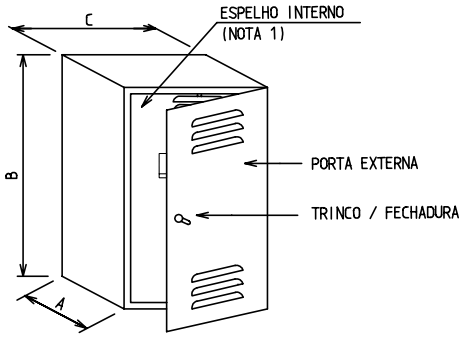




CM – 8
CAIXA PARA PROTEÇÃO GERAL
COM DISJUNTORES ATÉ 225 A



CM – 12
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL
PARA CHAVES NÃO BLINDADAS E DISJUNTORES



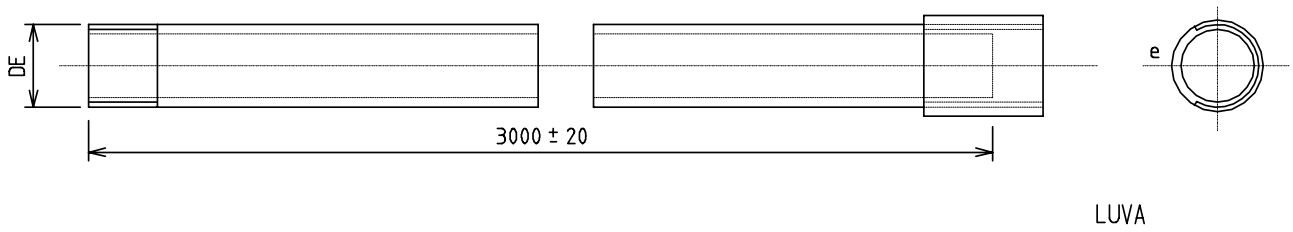
MOD.	DIMENSÕES (mm)			UTILIZAÇÃO
	A	B	C	
CM – 9	400	1000	600	COMO QUADRO DE DISTRIBUICAO GERAL (COM DISJUNTOR E/OU TC)
CM – 10	400	1000	600	COMO QUADRO DE DISTRIBUICAO GERAL (COM DISJUNTORES E BARRAMENTOS)
CM – 11	400	1000	600	COMO DERIVAÇÃO DE CIRCUITOS (COM BARRAMENTOS APENAS)
CM – 18	400	1200	600	COMO QUADRO DE DISTRIBUICAO GERAL (C/ DISJ. E/OU TC P/ CABOS 240MM2)

CAIXAS MODULARES COM DISJUNTORES, TC E/OU BARRAMENTOS

Obs.:

1 – Nas caixas modelo CM-9 e CM-10 o espelho interno deve ser cortado de forma que fiquem acessíveis apenas as alavancas dos disjuntores. No modelo CM-11, o espelho não deve ser cortado.
Na caixa CM-12 o espelho interno deve ser cortado de forma que fiquem acessíveis apenas as alavancas de acionamento das chaves e/ou disjuntores;
2 – Especificações técnicas das caixas e quadros: ver norma Cemig ND-2.6 (ET 02.118-CM/ME-001);
3 – Nas caixas CM-9, CM-10, CM-11 e CM-12 os furos necessários para cada tipo de montagem deverão ser feitos na obra e deverão ser executados com serra copo e ser providos de proteção contra corrosão na chapa para evitar danos ao isolamento dos cabos;
4 – Dimensões em milímetros.

MATERIAIS PADRONIZADOS
ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO



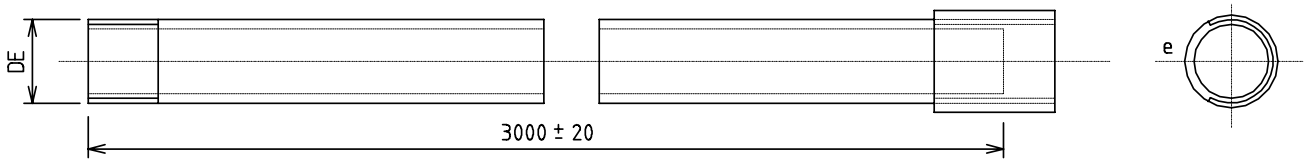
Item	Diâmetro			Espessura nominal da parede – e
	Nominal - DN		Externo – DE	
	mm	Pol	mm	mm
1	25	¾	25,9	2,3
2	32	1	33,0	2,7
3	40	11/4	42,0	2,9
4	50	11/2	47,4	3,0
5	60	2	59,0	3,1
6	75	21/2	74,7	3,8
7	85	3	87,6	4,0
8	110	4	113,1	5,0

Características técnicas:

1 – Material: PVC rígido;
2 – Tipo: rosqueável, classe B, conforme NBR 6150;
3 – Acabamento: Superfícies internas e externas do eletroduto e luva isenta de rebarbas e quinas vivas;
4 – Identificação: marcação legível e indelével contendo:
- marca do fabricante
- diâmetro nominal
- classe B
- dizeres: eletroduto PVC rígido

5 – Partes componentes: fornecer eletroduto com uma luva

MATERIAIS PADRONIZADOS
ELETRODUTO EM AÇO



LUVA

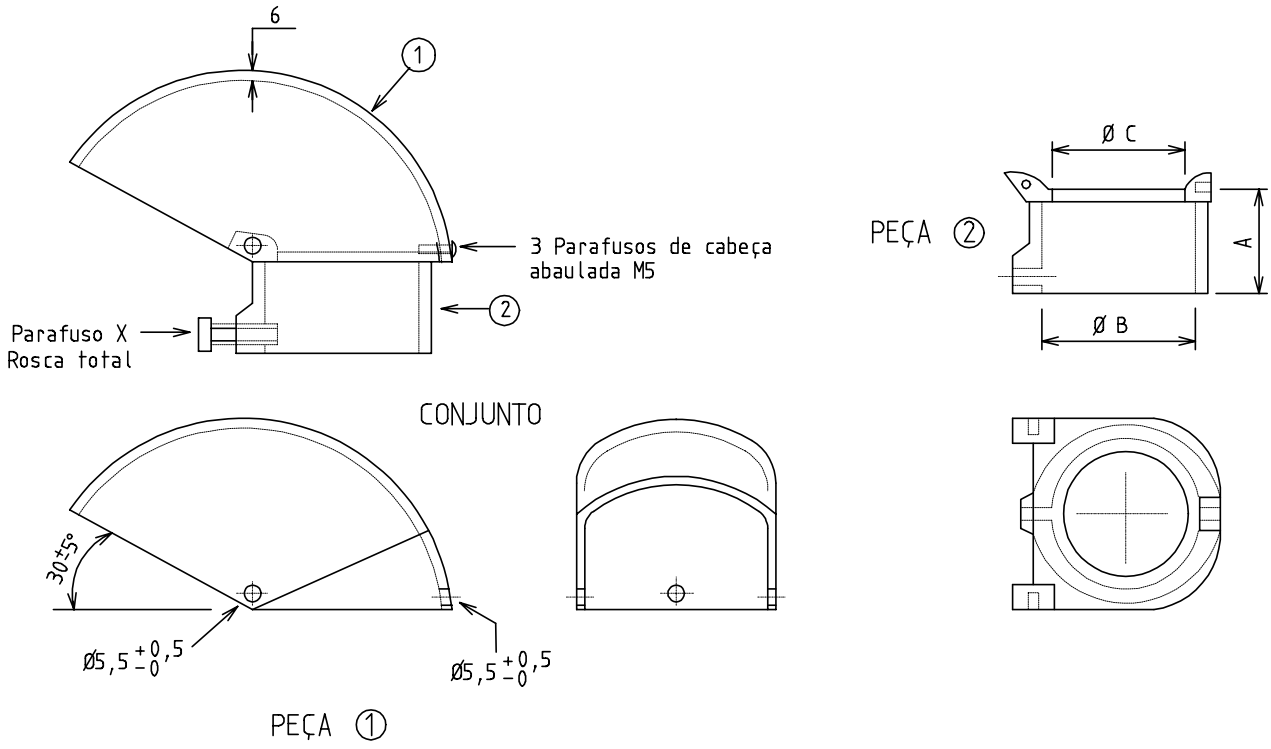
Item	Diâmetro Nominal - DN		Externo – DE	Espessura nominal da parede – e
	mm	Pol	mm	mm
1	20	¾	25,2	1,5
2	25	1	31,5	1,5
3	32	11/4	40,5	2,0
4	40	11/2	46,6	2,25
5	50	2	58,4	2,25
6	65	21/2	74,1	2,85
7	80	3	86,8	2,65
8	100	4	111,6	2,65

Características técnicas:

1 – Material: aço carbono;
2 – Tipo: leve 1, conforme NBR 5624;
3 – Acabamento: Superfícies internas e externas do eletroduto e luva isenta de rebarbas e quinas vivas;
4 – Tratamento: pintura (anti corrosiva e de acabamento) ou zincagem por imersão à quente;
5 – Identificação: marcação através de etiqueta contendo:
- marca do fabricante
- diâmetro nominal
- Tipo leve 1 – NBR 5624

6 – Partes componentes: fornecer eletroduto com uma luva

MATERIAIS PADRONIZADOS
CABEÇOTE PARA ELETRODUTO



Item	Utilização	A	∅B	∅C	Paraf.	∅E	R	Peso	Espessura mín. "e"	
	Eletroduto DN(pol)	min.			X		min.	Aprox. kg	Peças Al	Peças PVC
1	3/4	20	31±2	25±2	M6x30	+ 0,5 5,5 - 0	55	0,20	5	7
2	1		38±2	31±2				0,30		
3	11/2	50	54±3	44±3	M8x30	+ 0,5 8,5 - 0	85	0,50		
4	2		66±3	56±3				0,70		
5	21/2		81±3	67±4	M10x30	+ 0,5 10,5 - 0	125	1,20		
6	3	55	97±4	62±4				1,70		
7	4		125±6	107±6			150	2,20		

Características técnicas:

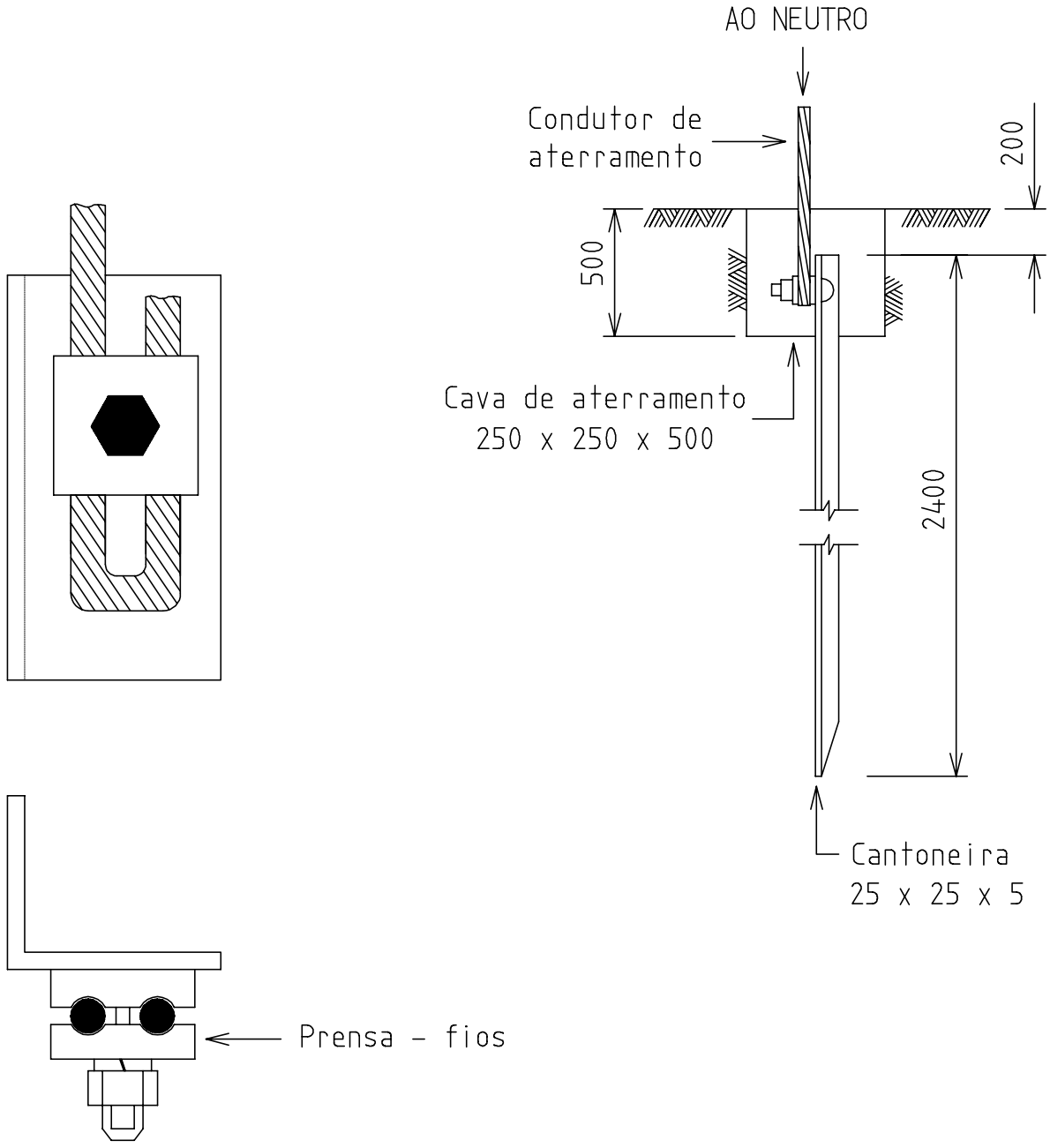
1 – Material: Peças 1 e 2: alumínio, liga de alumínio ou PVC
Parafusos, porca e arruela: alumínio duro anodizado ou aço zincado
2 – Acabamento: superfícies lisas, isentas de rebarbas;
3 – Identificação: marcação legível e indelével contendo:
- nome ou marca do fabricante
- dimensões ∅ B

4 – Partes componentes: fornecer completo, com todos os parafusos indicados no desenho

Observação:
1 - Dimensões em milímetros, exceto onde indicado

MATERIAIS PADRONIZADOS
SISTEMA DE ATERRAMENTO

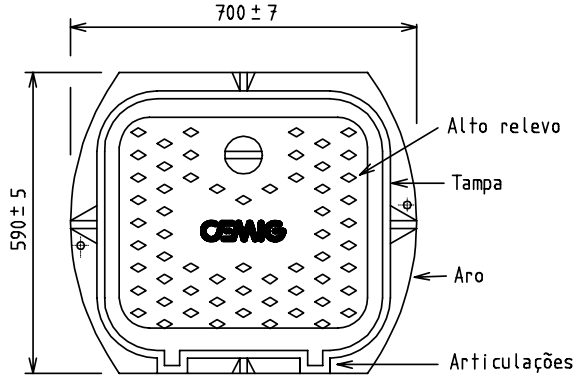
CANTONEIRA DE AÇO ZINCADO



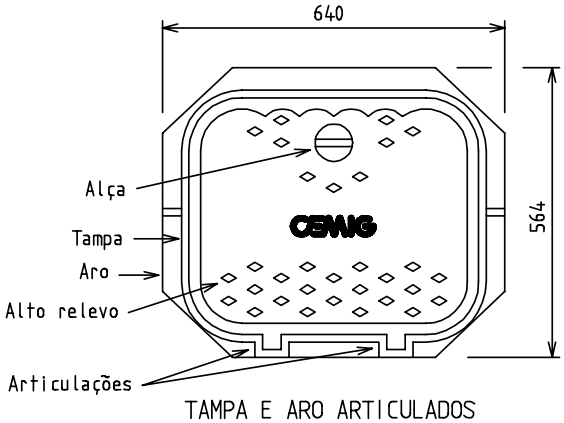
Obs.:

1 – Demais características técnicas do sistema de aterramento, ver Capítulo 4, item 6, página 4-6;
2 – Dimensões mínimas, em milímetros;
3 – Somente serão aceitas as hastes de aterramento constantes do Manual do Consumidor nº11 (Materiais e Equipamentos Aprovados para Padrões de Entrada).

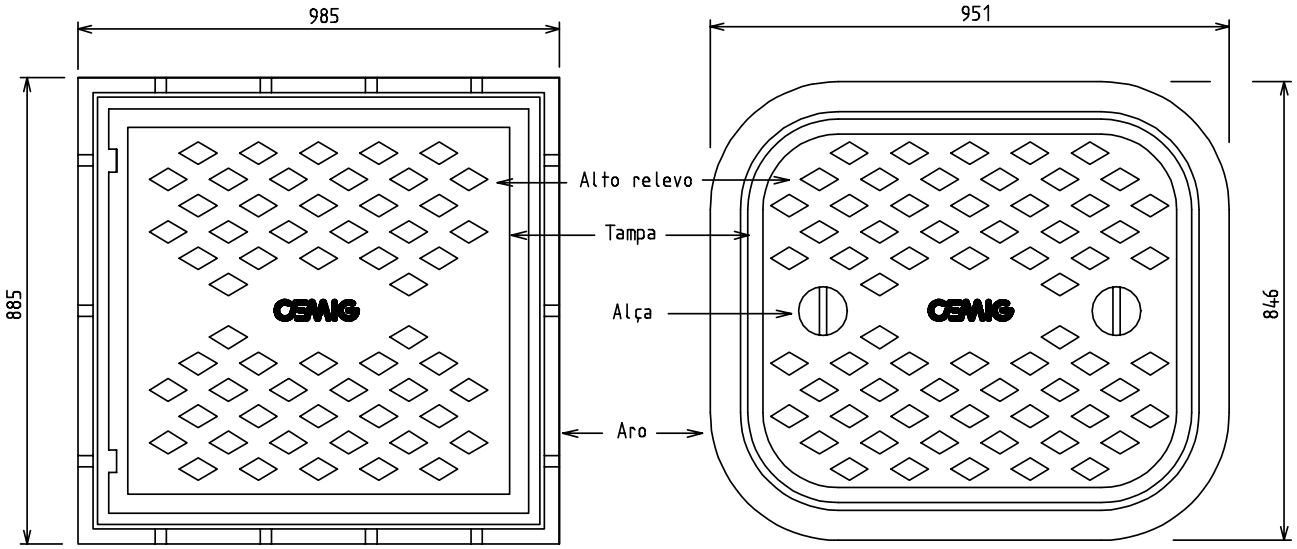
MATERIAIS PADRONIZADOS
TAMPAS COM ARO PARA CAIXAS DE INSPEÇÃO



TAMPA E ARO ARTICULADOS
PARA CAIXA TIPO ZB – GARAGEM



TAMPA E ARO ARTICULADOS
PARA CAIXA TIPO ZB – PASSEIO



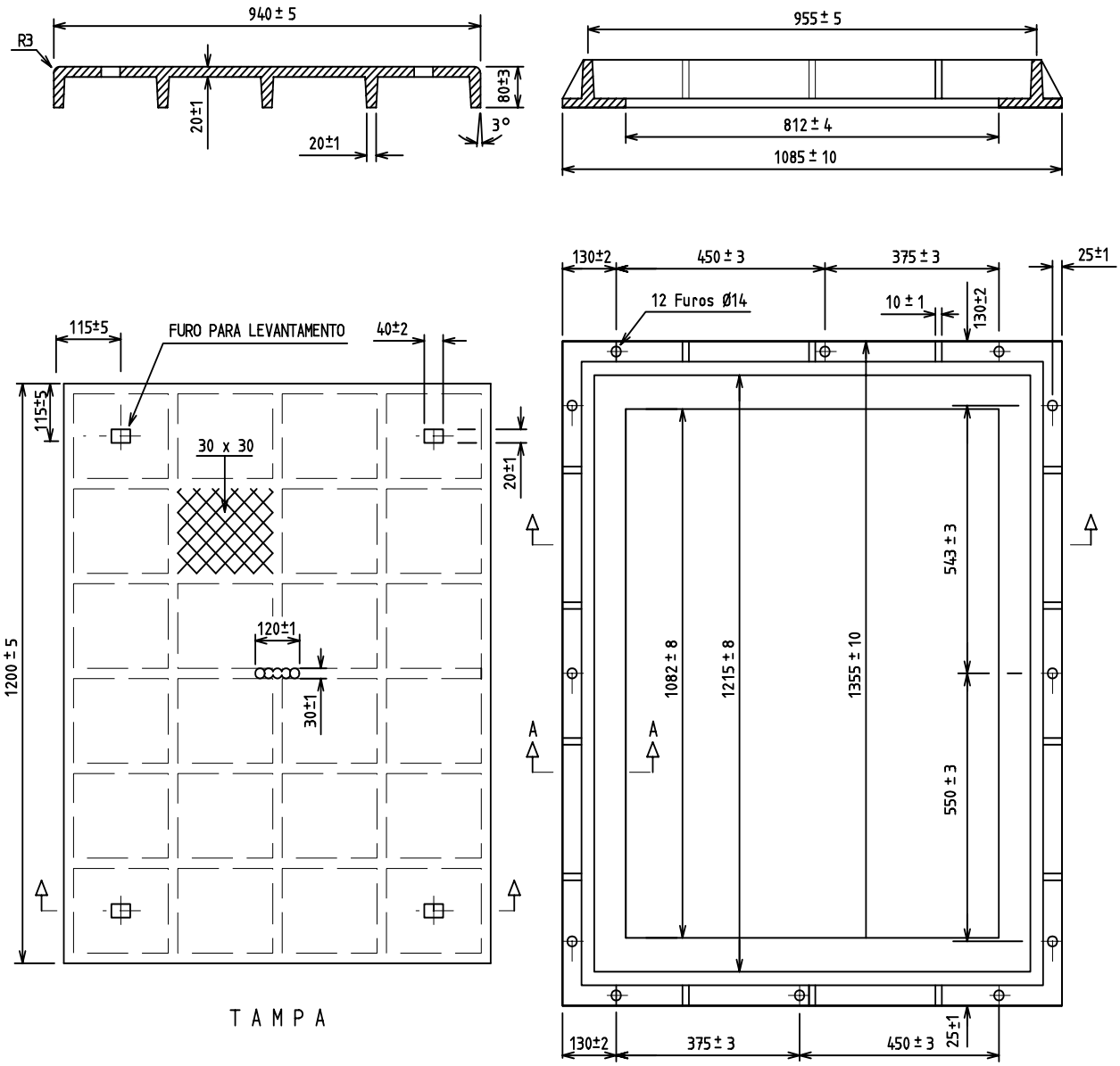
TAMPA E ARO
(CONJUNTO)
CAIXA TIPO ZC – GARAGEM

TAMPA COM ARO PARA
CAIXA TIPO ZC – PASSEIO
(CONJUNTO)

Obs.:

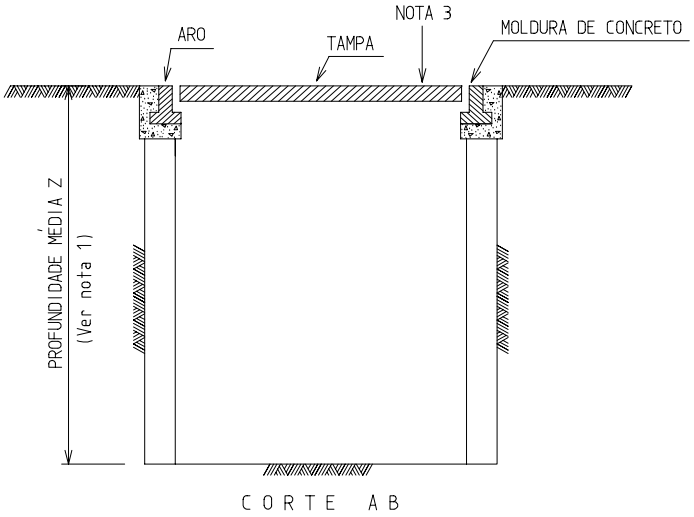
1 - O sistema de articulação da tampa (dobradiça da caixa ZB) deve ser do tipo anti-roubo, não permitindo que a tampa seja separada do aro após a fabricação;
2 - O encaixe da tampa no aro deve ser estável, seja de fabricação ou por usinagem;
3 - A tampa deve apresentar em sua superfície interna, a marca do fabricante;
4 - Características construtivas da tampa e aro, ver desenhos 02.118-CEMIG-0205 (tipo ZC – passeio) e 02.118-CEMIG-0206 (tipo ZC – garagem);
5 - Dimensões em milímetros.

TAMPA E ARO PARA CAIXA ZD
(VER ET 02.118 – CEMIG – 0430 – ND-2.6)

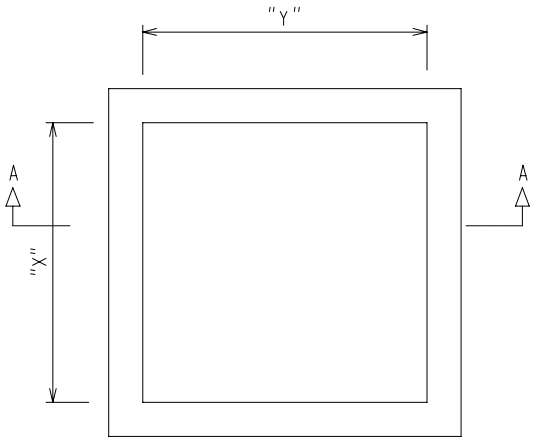


Obs.:
1 – dimensões em milímetros

CONSTRUÇÃO CIVIL
CAIXAS DE INSPEÇÃO
TIPOS E DIMENSÕES



CORTE AB



PLANTA

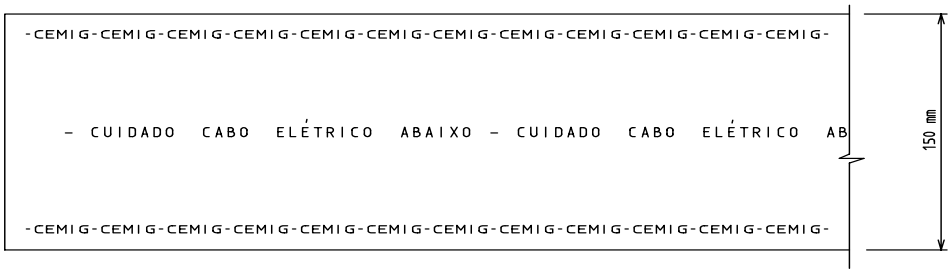
TIPOS	DIMENSÕES INTERNAS (mm)			DENOMINAÇÃO ANTERIOR
	"X"	"Y"	"Z"	
ZA	280	280	400	CP-02(R)
ZB	520	440	700	CP-01(P)
ZC	770	670	900	CP-03(U)
ZD	1000	750	1200	CP-01(D)

Obs.:

1 – A profundidade das caixas será determinada em função da profundidade do banco de dutos, condições locais e/ou necessidade específica;
2 – As caixas poderão ser construídas com anéis premoldados, alvenaria ou concreto moldado no local;as caixas em alvenaria só devem ser construídas em locais não sujeitos à trânsito de veículos;
3 - quando instalada no circuito de energia não medida internamente nas instalações consumidoras, a tampa da caixa deverá ter dispositivo para instalação de selo Cemig.

MATERIAIS PADRONIZADOS

FAIXA PLÁSTICA DE SINALIZAÇÃO
(DESENHO 1)

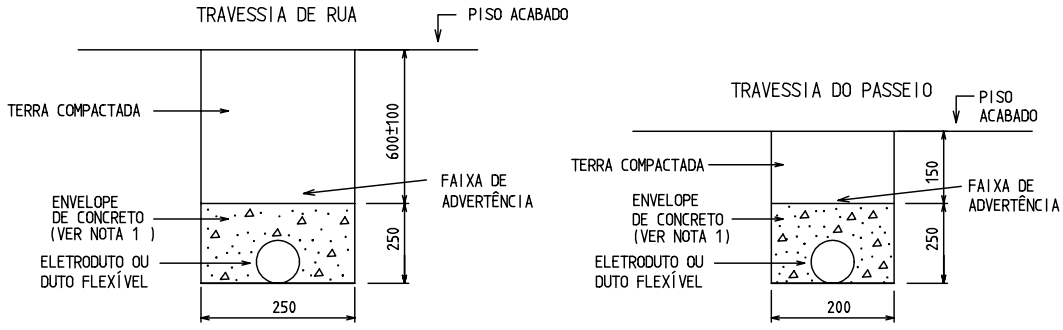


Notas:

1 – Material: PVC
2 – Cores
- fita amarela
- “CEMIG” em preto
- alerta em vermelho

ELETRODUTO ESPIRALADO CORRUGADO FLEXÍVEL, DE PVC OU DE AÇO
(DESENHO 2)

A instalação deverá ser conforme os desenhos abaixo:



Notas:
1 – dimensões em milímetros
2 – utilizar fck = 76kgf/cm² para envelope de concreto.

ANEXO A

METODOLOGIA PARA AJUSTE DE PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

1 - CÁLCULO DAS CORRENTES NOMINAL E DE PARTIDA DO RELÉ

A corrente nominal (In) deve ser calculada a partir da demanda máxima (que será a demanda contratada) de acordo com o projeto considerando-se, no mínimo, o fator de potência de referência 0,92.
Assim, In= W / 1,73 x V x 0,92 , onde:
W é a demanda máxima em kW
V é a tensão nominal entre fases em kV. Esta tensão deverá ser a tensão efetivamente constatada pela CEMIG no ponto de entrega.
A corrente de partida do relé (Ip) será 1,1 x In (ou 1,05xIn para consumidor livre) , considerando que pode haver ultrapassagem de 10% da demanda contratada. Deverá ser calculada também a corrente de partida para neutro considerando , no máximo, 1/3 da de fase.

2 - CÁLCULO DA CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO DO(S) TRANSFORMADOR(ES)

A corrente de magnetização (Irush) - Im - para transformadores de até 2000 kVA pode ser considerada igual a 8 x In com tempo de duração da ordem de 0,1s. Para transformadores de potência superior a 2000 kVA o valor de Im e o tempo de duração deverão ser informados pelo fabricante do transformador.
Este valor é importante pois a proteção não deve atuar na energização da subestação.
Caso haja mais de um transformador, deverá ser considerada a corrente de magnetização do maior transformador acrescida das correntes nominais dos demais.

3 - CÁLCULO DO PONTO ANSI DOS TRANSFORMADORES

O ponto ANSI é o máximo valor de corrente que um transformador pode suportar durante um período definido de tempo sem se danificar. No caso de falta fase-terra este valor, para transformador triângulo-estrela com neutro solidamente aterrado (válido para os transformadores de unidades consumidoras da Cemig), é 0,58 vezes o ponto ANSI.
Assim, os valores de corrente serão:
Iansi = (100 / Z%) x In
Inansi = 0,58 x (100 / Z%) x In , onde Z% é a impedância percentual de cada transformador.
É importante notar que a curva de atuação do relé deverá ficar “abaixo” do ponto ANSI do transformador de menor potência, tanto para a função de proteção de fase como a de neutro (ou terra).
De maneira geral e objetivando lançar estes pontos no diagrama de coordenação/seletividade, pode ser utilizada a seguinte tabela:

Z% (Ohms)	PONTO ANSI (A)	TEMPO MÁX. DE DURAÇÃO (s)
Até 4	25 x In	2
Até 5	20 x In	3
Até 6	16,6 x In	4
Até 7	14,3 x In	5

4 - CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO NO PONTO DE DERIVAÇÃO DO RAMAL DE LIGAÇÃO

A Cemig deverá informar ao engenheiro projetista os valores de curto-circuito para que possam ser dimensionados os TC e TP (se necessário) de proteção. De forma geral, recomenda-se que os TC tenham uma corrente primária tal que o maior valor de CC não a exceda em 50 vezes.
Deverá ser considerado também a corrente de partida para cálculo dos TC’s. A corrente de partida deverá ser superior a 10% da corrente primária dos TC’s para assegurar uma melhor exatidão.

5 - RELÉ DE PROTEÇÃO

5.1 Os relés deverão ter as características constantes do item 3.24, página 1-6 e ter, no mínimo, as seguintes funções :

- função 50: proteção de sobrecorrente instantânea;
- função 51: proteção de sobrecorrente temporizada;
- Tanto a função 50 como a 51 estão disponíveis para fase e neutro (terra); assim, é exigido pela Cemig, que o relé execute as funções 50/51 e 50N/51N;
- função 32: proteção direcional de potência quando da utilização de gerador.

5.2 Informações sobre o ajuste da função 51 da proteção de sobrecorrente

1. As condições operacionais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora devem ser do conhecimento do projetista, principalmente aquelas relacionadas ao regime de funcionamento das cargas declaradas pelo consumidor, de forma que as solicitações de partidas de motores, simultâneas ou não, como de outras cargas acima de 25kW, possam ser controladas e plotadas no coordenograma da proteção geral.
2. O regime de funcionamento das cargas da unidade consumidora deve ser racionalizado e otimizado para a melhor performance da respectiva instalação.
3. Os ajustes disponíveis no relé de sobrecorrente utilizado devem ser previstos de forma a atender a todas as solicitações transitórias e permanentes necessárias à operação da unidade consumidora, sendo que as premissas utilizadas para a parametrização desejada devem ser claramente justificadas, identificando cargas e sua solicitação (tempo x corrente).
4. Os ajustes de dial de tempo e de corrente de partida do relé devem ser os mínimos possíveis, de forma a atender adequadamente às necessidades da instalação consumidora e, ao mesmo tempo, prover uma proteção eficaz e eficiente quando da ocorrência de distúrbios de correntes de curto circuito e sobrecarga.
5. Em hipótese alguma a proteção geral de sobrecorrente deverá ter seus ajustes aumentados para atender à coordenação e/ou seletividade com as proteções internas da unidade consumidora.
6. Os ajustes solicitados para os relés devem ser justificados no coordenograma da proteção identificando as cargas e situações operacionais previstas que os requerem.
7. Identificados os pontos (binômio tempo x corrente) que demandem ajustes além do mínimo disponível no relé de proteção utilizado, poderá ser adotado, como opção, automatismo que anule temporariamente a função. 51. Ainda, como alternativa, poderá ser adotado um valor de corrente de partida superior àquele calculado a partir da demanda contratada, desde que devidamente justificado.
8. A Cemig fornecerá, após formalização de pedido de atendimento pelo cliente ou seu preposto, os valores dos níveis de curto circuito, o valor do nível de tensão no ponto de entrega e as características técnicas e operacionais do dispositivo de proteção a ser instalado no ramal de derivação para a alimentação da unidade consumidora quando prevalecerão as seguintes considerações:

8.1 O ajuste da função temporizada do relé de sobrecorrente deverá preservar a coordenação e/ou seletividade com o dispositivo de proteção instalado no ramal de derivação para a alimentação consumidora;

8.2 Caso o nível de tensão esteja inferior ao valor nominal, o projetista deverá compensar o ajuste da corrente de partida calculada percentualmente, na mesma proporção.

9. Após o período experimental, conforme o artigo 55 da Resolução ANEEL nº 456/2000, caso ocorram atuações não previstas e indesejáveis da proteção e afastada a hipótese de defeito de equipamentos, o projetista poderá solicitar, mediante correspondência a Cemig, um ajuste mais elástico da proteção durante um período de 90 (noventa) dias para estudo mais detalhado das instalações internas da unidade consumidora. Neste período o faturamento da demanda será normal e não mais se regerá conforme o artigo 55 acima citado. Após este período, caso necessário, deverão ser apresentadas a revisão do coordenograma e tabela de ajustes da proteção de sobrecorrente para a nova situação proposta.
10. Caberá a Cemig verificar as condições da rede para o fornecimento solicitado.

5.3 Outras informações sobre o relé de proteção e seu ajuste

- ajuste da função temporizada (51) quanto ao tipo de curva: deverá ser escolhida a curva IEC extremamente inversa;

- ajuste da função temporizada (51) quanto à partida (pick-up): este valor deverá ser aquele definido no item 1 deste anexo como Ip (ou 1,1 x In); isto significa que o relé somente começará a se sensibilizar para valores de corrente superiores a Ip (referido ao primário ou Ip/RTC, referido ao secundário; RTC é a relação de transformação dos TC de proteção). Caso o valor de corrente ultrapasse Ip, o relé inicia a contagem de tempo de acordo com a sua curva característica e atuará se o tempo for superior ao desta curva no ponto de operação;
- ajuste da função instantânea de fase (50) quanto ao valor de atuação : deverá ser escolhido o menor valor possível que não provoque a atuação indevida do relé na energização do(s) transformador(es); assim, este ajuste deverá ser superior a , no máximo, 5% do valor de Im (definido no item 2 deste anexo). No diagrama de coordenação e seletividade deve ser verificado que o ajuste instantâneo não seja superior ao menor valor de curto-circuito e ao ponto ANSI do menor transformador;
- os mesmos procedimentos acima descritos deverão ser efetuados para as funções 50N e 51N, considerando, entretanto, os valores relativos à proteção de neutro (terra);
- fonte de alimentação auxiliar: é necessária a utilização de fonte auxiliar para alimentação do relé pois durante a ocorrência de CC o nível de tensão tende a zero; assim, deve haver um sistema que, alimentado à partir do TP mantenha a alimentação no relé pelo tempo mínimo necessário à abertura do disjuntor. Este dispositivo deve ser um sistema “no-break” de forma que não haja interrupção na alimentação do relé. Opcionalmente poderá ser instalado conjunto de baterias, para suprir uma eventual ausência do “no-break”. Adicionalmente, deverá ser previsto o trip capacitivo.
- o relé deverá ter uma fonte interna;
- ligação ao secundário dos TC de proteção: no mínimo deverão ser conectadas as 3 fases e o neutro, sendo recomendável especial atenção à polaridade dos TC para que a proteção possa atuar da forma correta.

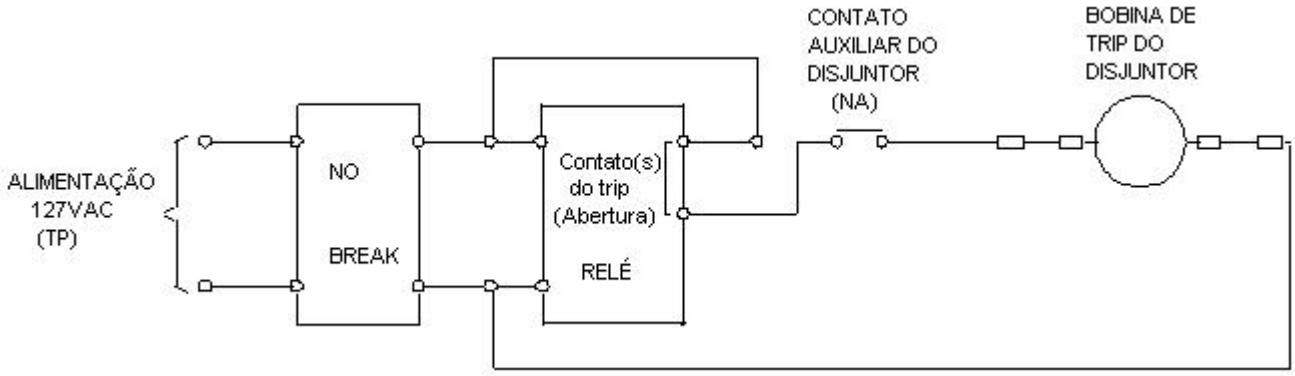
Cada modelo de relé possui uma forma específica para ser parametrizado (inserção dos ajustes) e esta informação pode ser obtida no catálogo ou manual e, de forma geral, os ajustes feitos não são apagados na eventual falta de alimentação. Assim, é possível adquirir um relé já ajustado de acordo com os dados do projeto, desde que o fornecedor ofereça esta facilidade.
Ficará a cargo da Cemig exigir ou não uma cópia completa do catálogo do relé a ser utilizado para acionar o disjuntor geral da Subestação.
Não é obrigatório utilizar as funções Idef (corrente definida) e Tdef (tempo definido), ficando a critério do projetista a utilização ou não destes parâmetros. No entanto, caso estes parâmetros sejam utilizados, o projetista deverá justificar, por escrito, na memória de cálculo para ajuste de proteção secundária, os motivos da utilização destes parâmetros.
No coordenograma/projeto deverá ser apresentado o diagrama unifilar completo de ligação do relé para análise. Tal diagrama se encontra no manual do mesmo.

6- BOBINA DE ABERTURA DO DISJUNTOR (BOBINA DE TRIP)

Ao detectar um valor de corrente irregular o relé “fecha um contato” que vai energizar a bobina de trip; assim, é necessário prover alimentação adequada para permitir a operação da bobina. Esta alimentação pode ser obtida do mesmo dispositivo de alimentação auxiliar do relé.
Em qualquer caso deve existir um contato auxiliar do disjuntor, do tipo NA (normalmente aberto, ou seja, aberto com disjuntor aberto e fechado com disjuntor fechado) que será ligado em série com a bobina de trip para impedir o que se chama “bombeamento”, que é a manutenção de tensão na bobina mesmo após a abertura do disjuntor.

Nos disjuntores mais antigos serão necessárias adaptações para permitir a correta operação da bobina de trip e do contato auxiliar NA do disjuntor. Nos disjuntores de concepção mais moderna estes dois dispositivos já estão instalados nos mesmos.

O circuito abaixo exemplifica um circuito típico de abertura de Disjuntor a partir de relé secundário.



7 - INSTALAÇÃO FÍSICA DO RELÉ

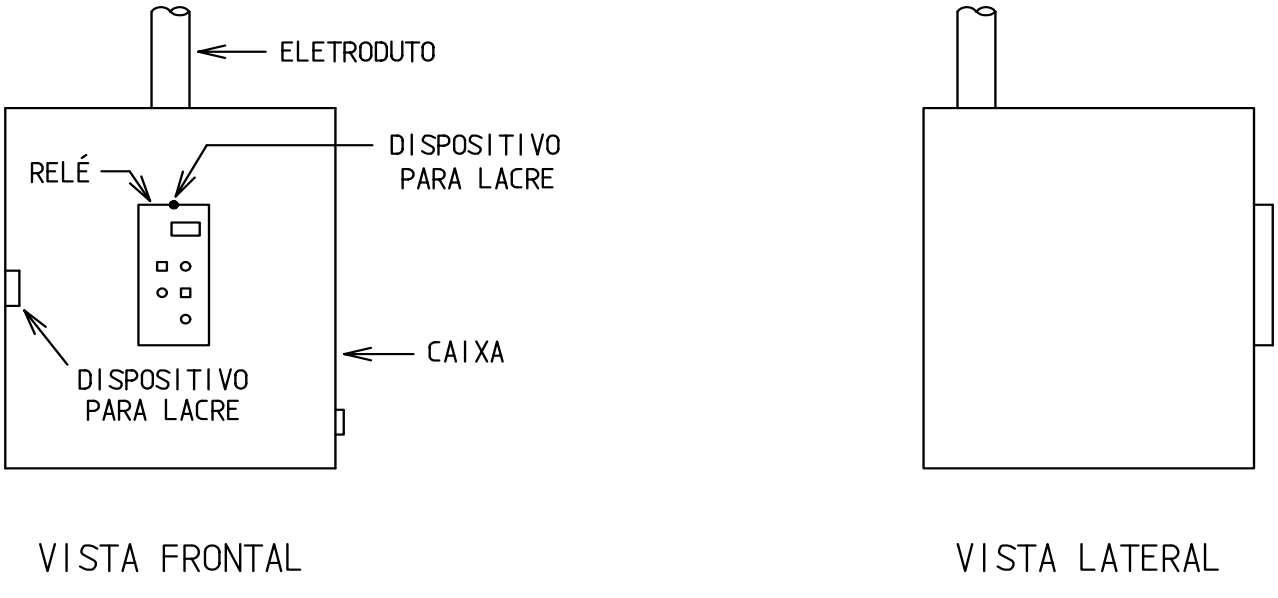
O relé de proteção secundária deverá ser instalado na tampa basculante de uma caixa metálica localizada na parede oposta a célula do disjuntor principal;esta caixa deverá possuir dispositivo para instalação de selo CEMIG. Assim, tanto a caixa como a parte frontal do relé (por onde é feita a parametrização do mesmo) serão seladas e o Consumidor terá acesso apenas ao botão de rearme (“reset”) do relé.

A fiação da célula do disjuntor (onde também estão instalados os TC/TP da proteção) até a caixa deverá ser instalada em eletroduto de aço, aparente, com diâmetro nominal de 32mm (equivalente a 1 ¼ polegadas).

O encaminhamento ideal para este eletroduto é através da parede da célula do disjuntor, teto da subestação e parede onde está instalada a caixa com o relé. A caixa deverá ter dois furos de 2”, um com uma tampa fixa, incolor, para visualizar o led de ligado do “no break” e um outro com tela soldada na caixa para ventilação.

Nesta caixa deverá ser instalado também o sistema “no-break” para alimentação do relé e do sistema de trip (bobina de abertura do disjuntor).

Desenho orientativo para instalação do relé



8 - COORDENOGRAMA

Para permitir a perfeita visualização da atuação da proteção é necessário que se faça, em papel formatado Bi-log, um gráfico Tempo x Corrente, onde se pode verificar a coordenação e seletividade para qualquer valor de corrente. Neste gráfico serão plotados os seguintes pontos e curvas:

- valores de curto-circuito no ponto de derivação (fornecidos pela Cemig);
- curva (mínimo e máximo) de atuação dos fusíveis de proteção do Ramal de Ligação (fornecida pela Cemig);
- corrente nominal (In);
- corrente de partida do relé (Ip) de fase e neutro;
- curva extremamente inversa do relé com os ajustes definidos no projeto (catálogo ou manual do relé) para fase e terra;
- ajuste de atuação instantânea para fase e terra (reta perpendicular ao eixo das correntes);
- curva(s) de atuação da proteção individual de cada transformador;
- ponto ANSI do(s) transformador(es) de fase e neutro;
- Im do(s) transformador(es);

Deve ser considerado que:

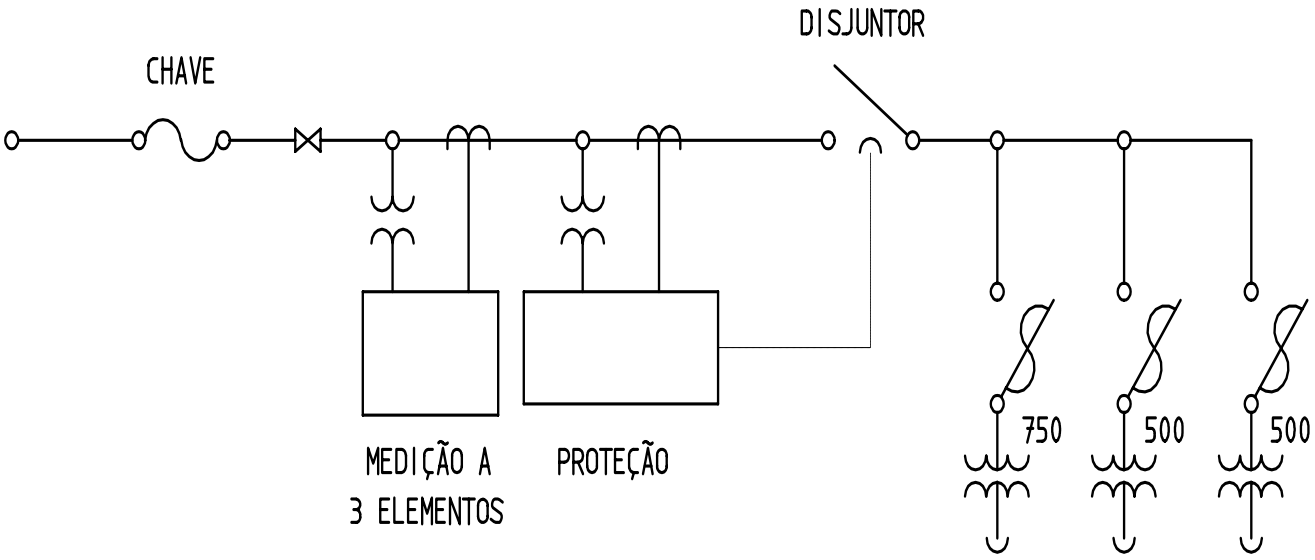
- o projetista pode usar este diagrama para estudar condições de partida de motores e outras cargas; desta análise pode resultar a melhor seqüência para energização das cargas da unidade consumidora.
- quando da elaboração do projeto, o projetista pode analisar este diagrama para verificar os ajustes previstos; esta análise pode evidenciar que um ou outro parâmetro deve ser alterado. Ou seja, durante a fase de elaboração do projeto, é provável que os ajustes e o próprio diagrama sejam refeitos para otimização da atuação dos vários níveis de proteção.

Deve ser observado na elaboração do coordenograma:

- todos os pontos e curvas devem ser identificados claramente através de legenda;
- as correntes, preferencialmente, devem ser referidas à tensão primária.

9 - EXEMPLO

Seja uma instalação atendida em 13,8kV para a qual é estimada uma demanda de 1200 kW e que possui transformadores a óleo, sendo um transformador de 750 kVA e dois de 500 kVA.



Assim, teremos:

In= 1200/ 1,73 x 13,8 x 0,92 , considerado o fator de potência de referência (valor mínimo a ser considerado);

In=54,64 A

então Ip de fase = 1,1 x In = 60,10 A
Ip de neutro = 33% do Ip fase = 19,80A

Considerando que o nível máximo de curto-circuito no local é 2000 A e a corrente de partida é 60,10A, trabalharemos com TC de proteção de relação 100/5 A.

Cálculo da corrente de magnetização:

Correntes nominais dos transformadores:

- 750 kVA - In= 750/ 1,73 x 13,8 = 31,42 A⇒Im= 251,36 A por 0,1s
- 500 kVA - In= 500/ 1,73 x 13,8 = 20,94 A⇒Im= 167,52 A por 0,1s

Assim, para toda a instalação, teremos:

Im= 20,94 + 20,94 + 251,36 = 293,24 A por 0,1s (este ponto deverá estar abaixo da curva de atuação do relé)
I instantâneo de fase = 1,01 x Imag = 296,17A
I instantâneo de neutro = 33% (no máximo) I instantâneo de fase = 97,74A

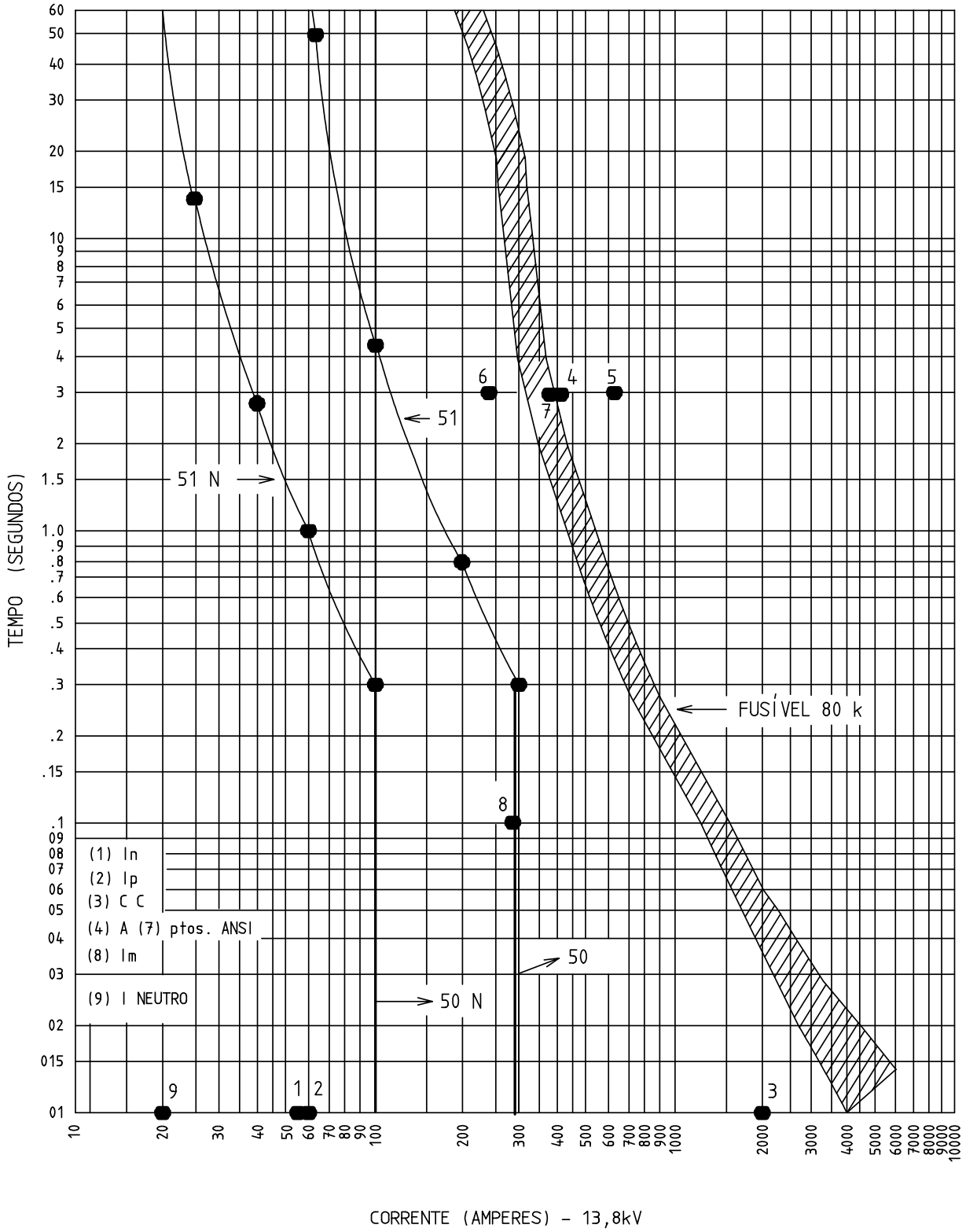
Cálculo do ponto ANSI do transformadores:

- 500 kVA - Iansi= 20 x In = 20 x 20,94 = 418,8 A por 3s
- 750 kVA - Iansi= 20 x In = 20 x 31,42 = 628,4 A por 3s
- 500 kVA – Inansi = 0,58 x 418,8 A = 242,90 A por 3s
- 750 kVA – Inansi = 0,58 x 628,4 A = 364,47 A por 3s

Estes pontos deverão estar acima da curva de atuação do relé; assim, o ponto ANSI do menor transformador vai atuar como limite máximo para atuação do relé. Caso a instalação possua um transformador de potência muito baixa deverá ser considerado que o relé não poderá protegê-lo; desta forma deverá ser projetada uma proteção específica para este transformador.

O ajuste da função instantânea (tanto para a função 50 de fase como para a de neutro) deverá ser abaixo do valor de curto-circuito no local e do valor de proteção requerido pelo menor transformador (ponto ANSI).

COORDENOGRAMA



ANEXO B

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">(Local para selo de análise de conformidade com as normas CEMIG e ABNT)</td><td>Informações complementares:

Coordenadas, Transformador, Nº de Orçamento, Etc.</td><td rowspan="3">para uso da CEMIG</td></tr>
<tr><td>Carga Instalada</td></tr>
<tr><td>Demanda</td></tr>
<tr><td colspan="4">Dados e Logotipo do Projetista (opcional)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Título/Conteúdo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nome do Empreendimento</td><td colspan="2">Finalidade</td></tr>
<tr><td colspan="2">Endereço</td><td>Bairro</td><td>Cidade</td></tr>
<tr><td colspan="2">Número e data da ART de projeto</td><td colspan="2">Número e data da ART de execução</td></tr>
<tr><td colspan="2">Proprietário

_____
Nome</td><td>CNPJ/CPF/Identidade</td><td>Telefone</td></tr>
<tr><td colspan="2">Contratante (se existir, além do proprietário)

_____
Nome</td><td>CNPJ/CPF/Identidade</td><td>Telefone</td></tr>
<tr><td colspan="4">Endereço completo para correspondência</td></tr>
<tr><td colspan="2">RT (Engº)

_____
Nome
Telefone</td><td>CREA / Região</td><td>Folha</td></tr>
</table>

ANEXO C

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.1 - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas urbanas

2. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.6 - Padrões e especificações de materiais e equipamentos

3. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-3.1 - Projetos de redes de distribuição aéreas urbanas

4. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-4.51 - Sinalização de segurança para serviço de distribuição

5. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.1 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária - rede de distribuição aérea - edificações individuais

6. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.6 - Medição de energia - rede de distribuição aérea

7. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.11 - Condições gerais de gornecimento

8. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.18 - Atendimento a consumidores - Ligação, desligação e religação

9. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-1.3 - Partida de motores e sua influência nas redes de distribuição

10. CEMIG - Estudo de Distribuição - ED-5.13 - Cabos multiplexados para ramal de ligação

11. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.26 - Fornecimento especiais - Instalação e Medição

12. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.5 - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária - Rede de Distribuição Subterrânea

13. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-3.1 - Projeto de rede de distribuição aéreas urbanas

14. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-3.2 - Projeto de rede de distribuição aéreas rurais

15. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.6 - Padrões e especificações de materiais e equipamentos

16. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-5.13 - Fornecimentos de energia elétrica sujeitos a contrato

17. CEMIG - Manual do Consumidor nº 11 - Materiais e equipamentos aprovados para padrões de entrada (distribuição gratuita - edição anual)

18. CEMIG - Manual de Distribuição - ND-2.3 - Instalações básicas de redes de distribuição subterrânea

19. ABNT-NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão - Procedimento

20. ABNT-NBR 5460 - Eletrotécnica e eletrônica - Sistemas elétricos de potência - Terminologia

21. ABNT-NBR 5463 - Tarifas de energia elétrica - Terminologia

22. ABNT-NBR 5473 - Instalação elétrica predial - Terminologia

23. ABNT-NBR 5624 - Eletroduto rígido de aço-carbono com costura, com revestimento protetor e rosca NBR 8133 - Especificação

24. ABNT-NBR 6148 - Fios e cabos com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila para tensões até 750V, sem cobertura - Especificação

25. ABNT-NBR 6150 - Eletrodutos de PVC rígido - Especificação

26. ABNT-NBR 6323 - Aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Especificação

27. ABNT-NBR 6591 - Tubos de aço-carbono com costura de seção circular, quadrada, retangular e especiais para fins industriais - Especificação

28. ABNT-NBR 7288 - Cabos de potência com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) para tensões de 1 a 20 KV - Especificação

29. ABNT-NBR 8451 - Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica - Especificação

30. ABNT-NBR 9369 - Transformadores subterrâneos - Características elétricas e mecânicas – Padronização

31. ABNT-NBR 10295 – Transformadores de potência secos

32. ABNT-NBR 6979 – Conjunto de manobra e controle em invólucro metálico para tensões acima de 1kV até 36,2kV - Especificação

33. ABNT-NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão (de 1,0 a 36,2 kV)

34. ANEEL 456 de 29/11/2000 – Resolução que dispõe sobre as condições gerais de fornecimento a serem observadas na prestação e utilização do serviço de energia elétrica

35. ANEEL 112 de 18/05/1999 – Resolução que estabelece os requisitos necessários à obtenção de registro ou autorização para a implantação, ampliação ou repotenciação de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras fontes alternativas de energia

36. ANEEL 281 de 01/10/1999 – Resolução que estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica